

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
(повне найменування інституту, факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю.

Корнілович

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»
(код та назва спеціальності)

за спеціалізацією «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

на тему: «Виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями»

Виконав: студент 6 курсу, групи ХМ-71мп
Шеремет Марія Олександрівна

_____ (підпис)

Керівник: доц., к.т.н. Суббота І.С.

_____ (підпис)

Консультанти:

<u>Охорона праці</u>	<u>доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.</u>	
(назва розділу)	(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)

<u>Економічна частина</u>	<u>доц., к.е.н. Тюленєва Ю.В.</u>	
(назва розділу)	(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)

<u>Автоматизація</u>		
<u>виробництва</u>	<u>ас. Бородін В.І.</u>	
(назва розділу)	(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	(підпис)

Рецензент _____	
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)	(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Київ - 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

за **освітньо-професійною** програмою

Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

Спеціалізація – «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович

(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Шеремет Марії Олександрівні

1. Тема дисертації: **«Виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями»**

науковий керівник дисертації *доц., к.т.н. Суббота І.С.*

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4099-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____

4. Предмет дослідження _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Тюленєва Ю. В., доц., к.е.н.		
	Полукаров Ю. О., доц., к.т.н.		
	Бородін В. І., асистент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз стану виробництва в галузі, вибір асортименту продукції та сировинних матеріалів. Обґрунтування технологічної схеми		
2	Розрахунок матеріального балансу виробництва		
3	Вибір та розрахунок технологічного обладнання, площі складів, об'ємів бункерів та ін.		
4	Опис технологічної схеми виробництва		
5	Контроль технологічних параметрів виробництва та автоматичне регулювання процесів		
6	Проведення економіко-організаційних розрахунків		
7	Питання охорони праці на виробництві		
8	Теплотехнічний розрахунок обладнання для термічної обробки		
9	Виконання графічного матеріалу		
10	Оформлення пояснювальної записки		

Студент

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить _ сторінок, _ рисунків, _ таблиць, _ літературних джерела.

Мета роботи: розробка заводу з виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями.

Актуальність теми магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра «Виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями» обумовлена необхідністю створення виробів, які б максимально забезпечували зберігання тепла в будівлях.

КЕРАМІЧНІ КАМЕНІ, ГУСТИНА, ГЛИНИСТА СИРОВИНА,
ПАЛИВОВМІЩУЮЧІ ДОМШКИ, ВІДХОДИ ФЛОТАЦІЙНОГО
ВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА

ABSTRACT

Masters work contains _ pages, _ images, _ tables, _ references.

Objective of work: to study the effect of the introduction of fuel containing industrial waste to the main technological properties of ceramic materials, in particular on the processes of forming a porous-wall hollow ceramic, and the development of rational methods for determining the compositions of ceramic masses for the production of ceramics.

Relevance of the topic is to develop a rational composition of ceramic masses, the parameters of their mixing and molding for the production of porous ceramic wall using fuel containing wastes.

CERAMIC STONE AND BLOCKS, DENSITY, CLAY RAW MATERIAL,
FUEL CONTAINING ADDITIONS, WASTE COAL FLOTATION,
TECHNOLOGICAL SCHEME OF PRODUCTION

ЗМІСТ

ВСТУП

1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Стан сучасного виробництва керамічного каменю в Україні

1.2 Огляд існуючих технологій або методів виготовлення продукції

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва

2.2. Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції

2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв

2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва

2.6. Матеріальний баланс виробництва керамічного каменю

2.6. Розрахунок тепло-технологічного агрегату

3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

3.1. Аналіз технологічного процесу випалу як об'єкта автоматизації

3.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу випалу керамічного каменю

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

4.2. Пожежна безпека

5 Стартап проект

ВСТУП

Керамічний камінь – один із найдавніших та найпоширеніших будівельних матеріалів. В усьому світі активно впроваджуються нові технології виробництва керамічної продукції, урізноманітнюються її види, розширюються сфери застосування. Українськими підприємствами теж важливо не лише нарощувати кількісні показники, а й забезпечувати належну якість та необхідний асортимент продукції.

В Україні з її великими запасами природної сировини – каоліну, вогнетривкої та червоно-бурої глини – керамічний камінь та інші види виробів існують споконвіків. Працювала ціла мережа цегельних заводів де виготовляли високоякісну продукцію. Сьогодні, незважаючи на наявність на ринку великої кількості нових будівельних матеріалів, 48 % належить застосуванню керамічного каменю при будівництві.

Основною сировиною для будівельної кераміки є глини. Вони мають високу цінність завдяки різноманітним фізико-хімічним властивостям, таким як пластичність, дисперсність, гідрофільність, вогнестійкість.

Існуючі ресурси родовищ дозволяють розгорнути більш масштабне виробництво ексклюзивної вітчизняної будівельної кераміки. Нині йдеться про відродження потужностей виробництва високоякісного каменю для забезпечення зростаючих потреб галузі та підвищення культури керамічного будівництва.

Керамічні камені є традиційним стіновим матеріалом, які не втратили своєї цінності, тому що вони легкі, економічні, естетичні, прості у монтажі, не потребують додаткового утеплення.

Актуальність теми магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра «Виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями» обумовлена необхідністю створення виробів, які б максимально забезпечували зберігання тепла в будівлях.

Завдяки додаванню до глини вигоряючих домішок можливо створити пористу структуру матеріалу, підвищуючи його теплоізоляційні властивості. В

якості стартап проекту для збільшення теплоізоляції в керамічний камінь пропонується додавати відходи виробництва піноскла.

Метою магістерської дисертації є розробка заводу з виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями.

1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Стан сучасного виробництва керамічного каменю в Україні

Розвиток ринку керамічного каменю тісно пов'язаний зі зміною обсягів будівництва, які, в свою чергу, демонструють сильну залежність від загального стану економіки.

Аналіз використання вітчизняних будівельних матеріалів при будівництві об'єктів відображає підвищення довіри будівельників до українського виробника, тобто якщо у 2009 році відсоток використання будматеріалів складав 50%, то у наступні роки він поступово підвищувався: у 2010 – 55, 2011 – 60, 2012 – 70, 2013 – 80, а у 2014 році – 85%.

За останні роки Україні вдалося досягти стійкої динаміки зростання експорту над імпортом. Відповідно до даних Держстату з основних будівельних матеріалів експорт України у 2017 році порівняно з 2014 роком зріс, та перевищив імпорт за останні роки.

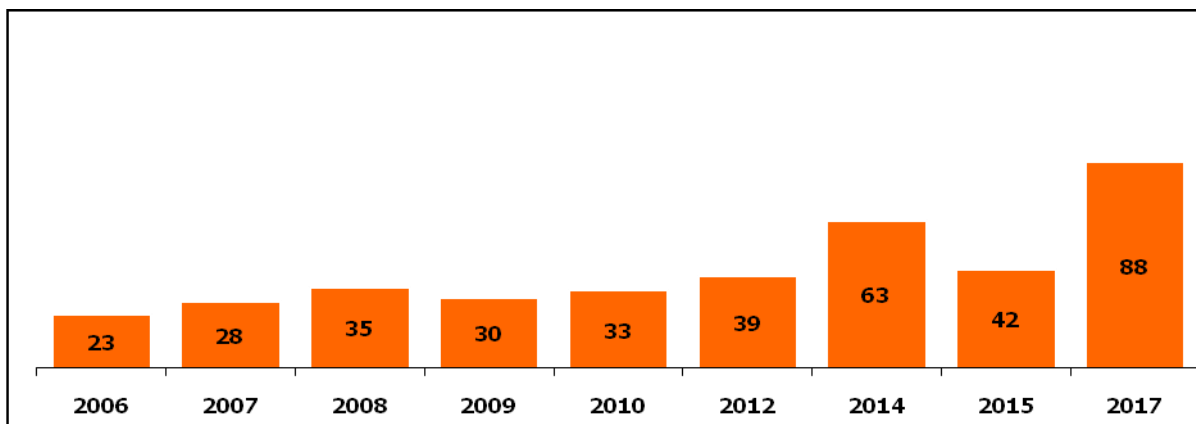
Не дивлячись на те, що практично усі будівельні матеріали виробляються в Україні та переважно відповідають як національним, так і європейським стандартам, завжди будуть споживачі які надаватимуть перевагу імпортним матеріалам [2, с. 163-164].

Експорт основних будматеріалів до країн Білорусії, Казахстану та інших країн склав 419 млн. грн. та майже у 2,5 разів перевищив показник експорту до країн ЄС – 170 млн. грн. Імпортовано основних будматеріалів із Білорусії, Казахстану на 41 млн. грн., що у свою чергу майже у 6 разів менше обсягів імпортованих матеріалів із країн ЄС – 245 млн. грн. [3].

Графік 1. Іморт в динаміці (млн \$)



Графік 2 . Експорт в динаміці (млн \$)



Таким чином, Україна має позитивне сальдо торгових відносин з країнами Білорусії, Казахстану, про що свідчить перевищення експорту над імпортом у 10,2 рази; від'ємне сальдо торгових відносин з країнами ЄС, тобто імпорт перевищує експорт у 1,4 рази.

Для подальшого розвитку галузі з виробництва будматеріалів потрібні інвестиції та новітнє технологічне обладнання. Для виготовлення керамблоків Україна має достатню сировинну базу (запаси каолінових глин найбільші в Європі), але не достатньо підприємств по їх виготовленню. Кількість новостворених (реконструйованих) виробництв будівельних матеріалів та виробів становив у 2010 р. – 10, 2012 р. – 12, 2014 р. – 15, 2016 р. – 21, і на кінець 1 кварталу 2017 року новостворено та/або реконструйовано 10 виробництв [3].

Сектор будівельних матеріалів є інвестиційно привабливим як для вітчизняних, так і для закордонних інвесторів. Така інвестиційна привабливість зумовлюється покращенням макроекономічної ситуації в Україні, наявністю сировинної бази, розвитком сектору торгівлі будматеріалами та зростанням обсягів капітального будівництва. Найбільша кількість інвестицій походить з Німеччини, Італії, Франції, США та острівних країн. Проте кількість інвесторів та розміри інвестицій все ще є недостатніми, внаслідок недосконалості обладнання існуючих підприємств, недостатньої стабільності політичної ситуації, високих податків, відсутності системи страхування інвестицій, недосконалості державної політики щодо стимулювання та захисту інвестицій.

Зазвичай інвестори віддають перевагу створенню нових підприємств для виробничих цілей, відкриттю своїх філій та дочірніх підприємств, аніж реконструкції та модифікації старих об'єктів. Це пов'язано, в першу чергу, з невідповідністю існуючих об'єктів сучасним стандартам виробництва. Проте іноземні інвестори вкладають кошти також і в існуючі підприємства, модернізуючи їх, вводячи нові лінії виробництва, інвестують у розвиток роздрібної мережі, створення торгових марок та їх просування [4, с. 265-266].

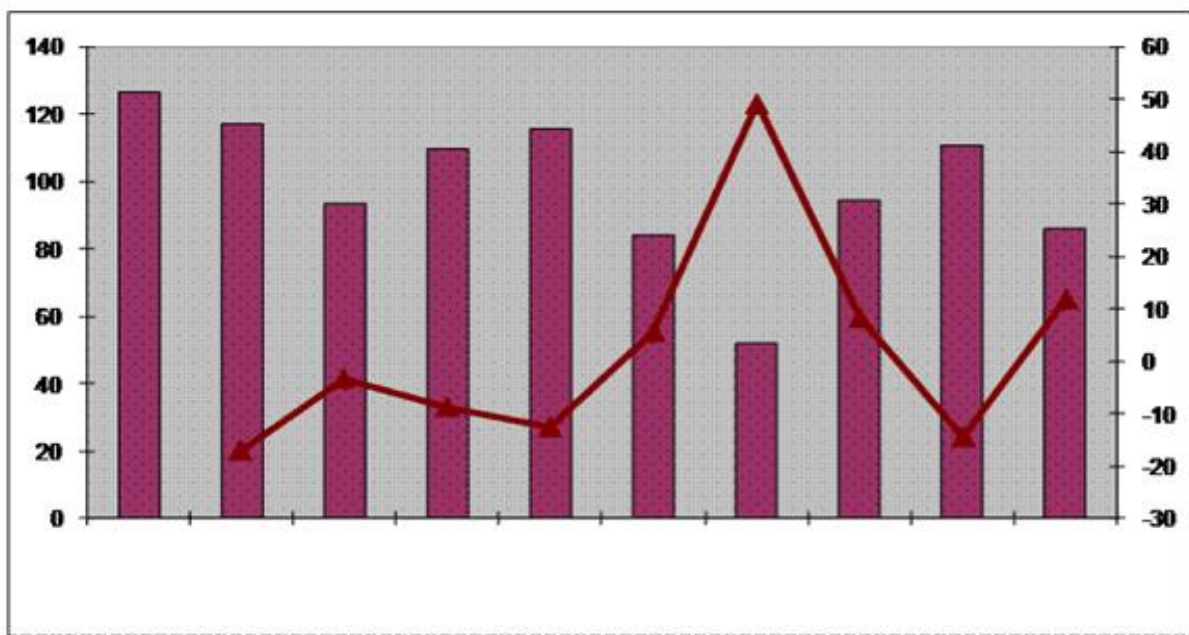
Керамічний камінь – традиційний український матеріал, що відповідає кліматичним умовам країни і використовується для будівництва й оздоблення.

Керамічний камінь має ряд переваг: не потребує додаткового утеплення; не містить хімічних добавок, марка міцності керамічного каменю складає М100-125; економічність виробів обґрунтовано зменшенням витрат на будівництві завдяки тому, що вертикальні шви не заповнюються розчином, тому його витрати у 2,5-3 рази менші, ніж при використанні звичайної цегли; майже втричі вища швидкість мурування; висока точність геометричних розмірів дає змогу суттєво заощаджувати на вирівнювальному шарі штукатурки; економія на фундаменті завдяки меншій об'ємній вазі блоків; вироби не затримують вологу, а виводять її, що унеможливорює виникнення грибків та створює комфортний мікроклімат у приміщенні.

Вагомим фактором сприяння зростанню обсягів виробництва і реалізації каменю є зростання будівництва житлових комплексів та інших приміщень. До того ж, як відзначають експерти, елітний зовнішній вигляд керамічного каменю підкреслює статус власника будівлі, і тому набуває все більшої популярності у найвибагливішого споживача.

Динаміка обсягів виробництва каменю безпосередньо пов'язана з динамікою обсягів будівництва, що обумовлює попит на камінь (рис. 1).

Рисунок 1. Динаміка обсягів будівництва та виробництва каменю в Україні у 2004-2017 рр., у %



Сектор виробництва каменю має наступні характерні риси:

1. Динаміка виробництва корелюється з динамікою будівництва (із затримкою на 1-2 роки).
2. В секторі працюють близько 200 малих місцевих виробників.
3. Спостерігається швидкий розвиток виробництва високоякісного керамічного каменю за високою ціною.
4. Зростає конкуренція з боку інших стінових матеріалів (виробів з газобетону).

Тенденція регулярного збільшення ціни на продукцію є класичною для галузі. Виробники пояснюють зростання цін подорожчанням газу й електроенергії (в собівартості цегли газ і електроенергія складають до 40%, глина — 15%, зарплата — 10-15%) [4, с.264].

Значною мірою подорожчанням каменю сприяли і зміни структури попиту. На думку експертів нинішня структура попиту обумовлена зміною технології спорудження багатоповерхівок, насамперед, намаганнями відмовитися від панельних житлових будинків.

Головним ризиком для ринку є те, що обсяги виробництва каменю в Україні зростають набагато повільніше, ніж попит на неї.

Протягом 2007-2017 років обсяги реалізації каменю з року в рік зростали. Середньорічне зростання реалізації в даному сегменті за вказаний період складає 23.9% у підприємств, для яких даний вид діяльності є основним, і 20,8% серед усіх підприємств сектору .

На українському ринку виробництва каменю налічується понад 50-ти виробників. Серед лідерів ринку виробництва каменю можна виділити наступні компанії:

- ПрАТ «СБК». Два цегельні заводи в Київській і Сумській областях, оснащені сучасним обладнанням.
- ПрАТ «Роздільський керамічний завод» (ТМ «Євротон»). Підприємство розташоване у Львівській області, використовує сучасне обладнання та технології.
- ТОВ «Керамейя». Завод розташований в м. Суми.
- ТОВ «АПБ-цегла». Завод розташований в Житомирській області, використовує власну високоякісну глину Турбовського каолінового родовища, оснащений сучасними технологіями.

- ТОВ «Білоцерківські будматеріали» (м.Біла Церква, Київська обл.).
- ТОВ «Керамікбудсервіс» (Івано-Франківська обл.).
- ТОВ «Керамбуд» (Львівська обл.).

Виробництво цієї продукції не є надто капіталомістким, забезпеченість основною сировиною (глиною) досить хороша, технологія виробництва нескладна, а підприємства в основному задовольняють регіональні потреби. Серед головних бар'єрів при проникненні на даний сегмент ринку можна відзначити в основному високий рівень енергомісткості виробництва та вимоги до екологічно чистого виробництва. Слід також відзначити і роль та вплив конкуренції, яка має досить високий рівень в галузі.

Сучасне виробництво керамічного каменю на внутрішньому ринку стикається з проблемами виготовлення продукції кращої якості з урахуванням оптимальної ціни та ефективного збуту. За даними Державного комітету статистики України на ринку виробництва будматеріалів станом на 1.01.2017 р. працювало близько 9,1 тис. підприємств (з них близько 5,7 тис. – за основним видом діяльності). Причому протягом 2008-2012 років кількість таких підприємств постійно зростала – якщо в 2008 році за основним видом діяльності у виробництві будівельних матеріалів (і видобування сировини для нього), працювали 4574 підприємств, то в 2009 році – 4930 (збільшення на 7,8%), в 2010 році – 5298 (збільшення на 7,5%), в 2011 році – 5484 (збільшення на 3,5%), а в 2012 році – вже 5706 (збільшення на 4,1%). Приблизно такою ж є динаміка збільшення загальної кількості підприємств.

1.2 Огляд існуючих технологій або методів виготовлення продукції

Технологія виготовлення керамічного каменю включає підготовку сировинних матеріалів, формування виробів пластичним або напівсухим способами, сушку та випал.

Підготовка глини і формування виробів, залежно від виду виготовленої продукції і властивостей сировини здійснюється наступними способами:

- пластичне формування застосовують тоді, коли глиниста сировина волога, пухка, добре розмокає у воді. Для цього використовують легкоплавкі середньо- та помірнопластичні глини, що містять 40...50% піску. Формування виробів при вологості 18-28% здійснюється на стрічкових пресах, які бувають вакуумними й безвакуумними.

- напівсухий спосіб виробництва припускає формування керамічних виробів із шихти вологістю 8-12% при тиску 15-40 МПа. Зазначений спосіб має ряд переваг: вироби мають більш правильну форму й точні розміри, до 30% скорочуються витрати палива, допускається використання малопластичних глини з більшим вмістом відходів промислового виробництва.

Виготовлення напівфабрикату з пластичних мас є найстарішим і до цих пір дуже поширеним способом керамічної технології. Процеси пластичного формування здавна ґрунтувалися на використанні відповідної природної сировини - глини і каолінів, що утворюють при зволоженні водою тістоподібні маси, здібніші до пластичного течії, тобто до зміни форми без розриву суцільності під впливом прикладених зовнішніх сил і до її збереження після зняття цих зусиль. У керамічній технології і тепер продовжують дуже широко скористуватися зазначені види природної сировини. Крім того, все більше застосування знаходять бентоніти, тобто породи, що складаються в основному з найбільш гідрофільних і високодисперсних часток глинистого мінералу монтморилоніту.

В основі процесів пластичного формування систем, що складаються з високодисперсних мінеральних частинок і пластифікуючих рідин (або суспензій, емульсій, гелів), лежить цілий комплекс дуже складних фізико-хімічних явищ.

Напівсухий спосіб дає можливість виробляти камінь з малопластичних глиняних сумішей. Його використання дозволяє на базі місцевої глинистої сировини невисоких кондицій розгорнути виробництво достатньо якісної цегли, задовольняючої вимоги стандарту, правильної форми, з чіткими гранями. Витрати палива на сушку сипучої глини у сушильному барабані перед формуванням виявляються значно меншими, ніж на обережну сушку вологого сирцю пластичного формування. Та й взагалі процес підготовки порошку і сушки при цьому методі не потребує такої ретельності, як при пластичному формуванні. Ще одна перевага пов'язана з високою міцністю сирцю, яка дозволяє вкладати його одразу після формування у багатошарові технологічні пакети, без наступної перекладки. Ці переваги обумовили широке розповсюдження методу напівсухого формування в Україні й інших країнах СНД.

Випал каменю при обох методах виконується в однакових печах, хоч камінь напівсухого формування, як правило, потребує на $^{\circ}\text{C}$ вищої температури випалу і пред'являє підвищені вимоги до сталості цієї температури. Напівсухе формування з успіхом використовується у комплексах невеликої продуктивності по виробництву звичайної керамічної цегли.

Напівсухий спосіб забезпечує двостороннє пресування. У порівнянні з першим способом має спрощену схему, наприклад, він пропускає стадію сушіння, або значно скорочує цей час. При виготовленні виходять більш точні, міцні і чіткі форми і розміри у виробів, гладка поверхня. Однак водостійкість і міцність у нього нижче.

Основний недолік, притаманний методу напівсухого формування, пов'язаний із зернистою структурою каменю, яка програє у однорідності цеглі пластичного формування. Показники якості каменю напівсухого формування

(міцність, морозостійкість, довговічність), відповідаючи вимогам стандартів, все ж мають значно нижчу максимальну межу. Вагомий мінус напівсухого пресування це необхідність використання більш складного пресового обладнання, підвищеної температури випалювання виробів та висококваліфікованого обслуговування.

Стабільне виробництво керамічного каменю методом напівсухого пресування неможливе, тому у розвинених країнах світу керамічний камінь виробляють методом пластичного формування.

НДІБМВ розроблено нове технологічне обладнання для виробництва керамічної цегли. Використання такого устаткування дозволяє знизити витрати енергетичних ресурсів на 25% та собівартість продукції до 20%. При цьому можливо досягти підвищення якості підготовки сировини та режиму пресування виробів [1].

Розроблені технології виробництва керамічних стінових матеріалів з використанням в якості вигоряючих домішок відходів вуглезбагачення і вугледобування, зол ТЕЦ і ГРЕС, тирси, а також з застосуванням в якості основної сировини відходів вугледобування і вуглезбагачення. Введення до складу шихти вигоряючих компонентів дозволяє підвищити пористість черепка і знизити витрати палива на випал виробів [2]. За умов створення відповідних економічних стимулів і збільшення номенклатури виробництва будівельних матеріалів, обсяги використання відходів можуть бути доведені до 14,5 – 20% у загальному обсязі сировинних матеріалів в найближчі три-п'ять років.

Науково-дослідними і дослідно-конструкторськими розробками інститутів "НДІБМВ", "Південдіпробудм", "ЛьвівбудмНДІпроект", іншими інститутами та на основі виробничого досвіду підприємств галузі встановлено, що використання вуглевмісних відходів як основної сировини, а також як паливно-мінеральної домішки до глин у виробництві цегли керамічної дозволяє скоротити витрати технологічного палива на 1000 шт. умовної цегли від 20% до 70%. Так, ЗАТ "Коломийське заводоуправління будівельних матеріалів" здійснює випал цегли, використовуючи природний газ в обсязі 100 – 110 кг ум.

палива та відходи вуглезбагачення, які містять 70 – 90 кг ум. палива на 1000 шт. ум. цегли. Галузевий рівень використання кондиційних видів палива складає у виробництві керамічної цегли 175 кг ум. палива на 1000 шт. ум. цегли, що вказує на доцільність додаткової переробки техногенної сировини.

Велике значення у зменшенні енергоємності кінцевої продукції має енергоефективність теплових агрегатів та пальникових пристроїв. Слід виділити нові енергозберігаючі теплові агрегати та пальникові пристрої, які останнім часом впровадженні у виробництво:

- сушарка камерна з поперечним реверсивним обдувом керамічних виробів рухомим турбулізатором (скорочення витрат тепла на випаровування 1 кг вологи – до 900 – 1100 ккал/кг проти 1500 – 1800 ккал/кг на діючих сушарках);

- тунельна піч для випалу будівельної кераміки із зниженням витрат паливно-енергетичних ресурсів на 10 – 20% порівняно з печами, що експлуатуються. Це досягається за рахунок автоматизації процесу випалу, використання високоефективної теплоізоляції конструкцій печі і вагонеток, герметизації печі, раціонального використання вторинного тепла;

- енергозберігаючі газопальникові пристрої, типовий ряд яких потужністю від 8 до 16 м³/сек. розроблений НДІБМВ та Інститутом газу НАН України. Пальники низького та середнього тиску призначені для систем випалу в тунельних та кільцевих печах у виробництві стінової кераміки. Розроблені газопальникові пристрої успішно пройшли державні випробування та рекомендовані для впровадження в газовикористовуючих агрегатах. Досвід використання газопальникових пристроїв на ряді підприємств підтвердив можливість зниження витрат природного газу на випал виробів на 15%. Нова система випалу повинна виконуватися з урахуванням властивостей конкретної сировини, конструкції печі, її теплотехнічних та аеродинамічних параметрів.

- Інститутом "Південдіпробудм" розроблено проект тунельної печі "самовипалу" керамічної цегли з сировини – 100% відходів вуглезбагачення, що містить 14% вуглецю, за рахунок горіння якого в печі здійснюється

самовипал цегли без витрат первинного палива. При цьому додатково передбачається утилізація зайвого тепла зони випалу до $(1,13 - 106) \times 10^3$ ккал/годину.

Висновки до Розділу 1.

Проаналізувавши існуючі в літературних джерелах відомості, можемо зробити висновок, що тема магістерської дисертації «Виготовлення керамічного каменю будівельного призначення з покращеними теплоізоляційними властивостями» є актуальною.

Аналіз стану виробництва підтвердив, що керамічний камінь є сучасний матеріал, який користується попитом завдяки тому що він легкий, економічний, простий у монтажі, і будівлі з нього не потребують додаткового утеплення.

Встановлено, економічно обґрунтований спосіб виробництва є пластичний метод формування.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва

Хімічне виробництво кераміки – це багатотоннажне виробництво, його потужності займають велику площу, а вибір точки будівництва ускладнений багатьма факторами: наближеність до родовищ основної сировини; наявність добре розвинутої транспортної розв'язки і бажано наявність залізничної гілки; наближеність до водних ресурсів; наближеність до населеного пункту для забезпечення робітниками ; наявність ринку збуту; ділянка під будівництво не має бути відведена під сільсько-господарські угіддя, не повинна бути рекреаційною зоною, зоною лісового фонду; підприємство має бути побудовано за межами населеного пункту, на околиці, що знаходиться з протилежної від підвітренної сторони.

Основної сировиною при виробництві керамічної цегли й каменів - глини, суглинки, глинисті сланці (аргіліти) і сланцеві глини, леси.

Для виробництва даного виду керамічного каменю використовується суглинок Добровольського родовища Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області , а також відходи центральної збагачувальної фабрики «Червоногадська», Львівська область, м. Сосновка, залізнична станція Силец, в співвідношенні відповідно суглинок 50% та відходи 50%.

Фабрика знаходиться поблизу села Силець, тому доцільно обрати це місто для вибору точки будівництва.

Роза вітрів для цього міста дозволяє побудувати підприємство з мінімальним нанесенням шкоди здоров'ю жителям на Північному Сході. Адже будівництво у безпосередній близькості до населеного пункту хімічного підприємства не дозволяється, з огляду на велику кількість викидів димових газів.

Була обрана територія на північному сході околиці села Силець розміром 4,6 га. Дана територія не є відведеною під сільсько-господарські угіддя, не є рекреаційною зоною, зоною лісового фонду. Персоналом підприємство зможе забезпечитись безпосередньо з села Силець .

Львівська межує з Рівненською, Тернопільською та іншими областями ,що дає обширний ринок збуту продукції.

Місце розташування знаходиться за 150м до гілки Львівської залізниці та 180м до траси національного значення Р-15, що дозволяє легко організовувати логістичні операції.

Виробництво потребує великої кількості води для технологічних процесів. За 150 метрів від території будівництва протікає річка Рата. Це відповідає вимозі будувати підприємство не ближче 150 метрів до берегової лінії. Річка є повноводною і проточною, що дозволить здійснювати водозабор і водовідведення.

Будівлі на території підприємства необхідно розташовувати по ходу технологічних операцій, які для виробництва керамічної плитки відповідають схемі:



Біля головної прохідної, у північно-східній частині ділянки, розміщено адміністративний корпус. Навпроти нього розташований основний виробничий цех, який конструкційно об'єднано із масо-заготівельним відділом, який, в свою чергу об'єднано із складом сировинних матеріалів, що полегшує і робить дешевшим транспортування сировини по території заводу.

Для організації змінної цілодобової роботи в головному цеху передбачено – санітарні вузли, душові блоки , роздягальні та кімнати відпочинку.

Побудований склад готової продукції , що облаштований двома рампами для розвантажувально-завантажувальних робіт.

На території заводу передбачена гілка залізної дороги, що проходить через МЗВ та ССМ .

Зі сторони протікання річки (південна частина території) , розміщено дільницю водоочистки, біля якої розташована друга прохідна.

Електропідстанція і газорозподільчий пункт розведені по території, і знаходяться так, щоб можна було легко завести комунікації з населеного пункту. Також біля адміністративного пункту знаходиться автомобільна парковка для робітників заводу.

2.2. Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції

Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції згідно ДСТУ Б В.2.7-61:2008 "Цегла й камені керамічні рядові й лицьові. Технічні умови"[2].

Вироби класифікують за такими основними ознаками:

1. Призначення
2. Міцність
3. Розміри
4. Середня густина
5. Морозостійкість
6. Показники радіоактивності
7. Наявність порожнин.

1. За призначенням вироби підрозділяють на два види: рядові і лицьові. Рядові вироби використовують для кладки зовнішніх і внутрішніх стін та інших елементів будинків і споруд, для виготовлення стінових панелей і блоків. Лицьові вироби використовують для кладки стін та інших елементів будинків і споруд, їхні лицьові поверхні можуть бути гладкими, рифленими, природного кольору, пофарбованими шляхом введення у сировинні матеріали домішок чи іншими способами.

2. По міцності керамічна цегла поділяється на марки: 300, 250, 200, 150, 125, 100, 75. Міцність матеріалу визначають межею міцності R , певним при даному виді деформації. У зв'язку з тим, що будівельні матеріали структурно неоднорідні, то межа міцності визначають як середній результат випробування серії зразків (не менш трьох). Марка цегли відповідає середньому показнику міцності на стиск та на згин, вираженому в кг/см^2 . Цегла пористо-пустотілої цегли поділяється на чотири марки 150, 100, 75, 50.

3. Класифікація виробів залежно від розмірів зображена на рис.1.

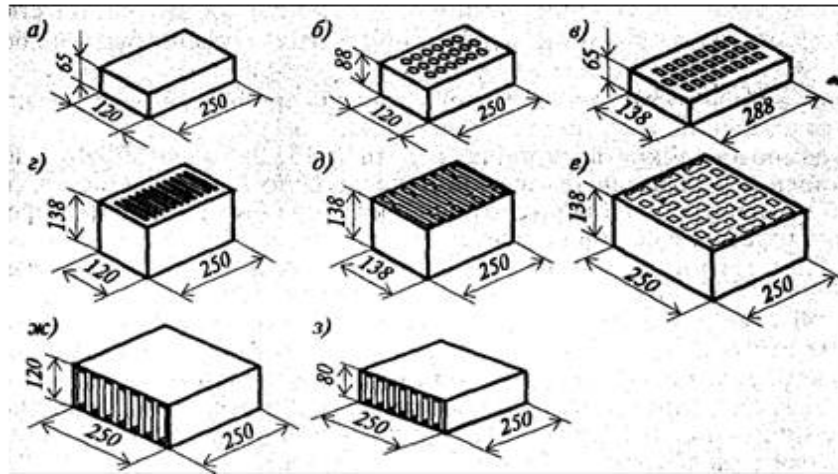


Рис.1 Типи керамічної цегли й каменю:

- цегла: а) звичайна; б) стовщена; в) модульна;
- камінь: г) звичайний; д) укрупнений; е) модульний; ж), з) з горизонтальним розташуванням порожнеч.

4.Середня густина - це маса одиниці об'єму матеріалу в природному стані (разом з порами, пустотами).

Класифікація виробів залежно від середньої густини наведена в таблиці 1

Таблиця 1 - Фізичні показники обпалених виробів

Група виробів	Середня густина кг/м ³	Теплопровідність Вт/(м*К)
Ефективні Цегла Камені	не більше 1400 не більше 1450	не більше 0.46 не більше 0.46
Умовно ефективні Цегла Камені	від 1400 до 1600 включно від 1450 до 1600 включно	від 0.46 до 0.58 включно від 0.46 до 0.58 включно
Звичайна цегла	більше 1600	більше 0.58

Примітка 1: визначення середньої густини та теплопровідності проводять на виробках, висушених до постійної маси.

Примітка 2: показники теплопровідності визначаються факультативно

5. За морозостійкістю цегла й камені поділяються на марки F - 15, F - 25, F - 35, F - 50.

6. Класифікація виробів залежно від сумарної питомої активності природних радіонуклідів по класах радіоактивності виконується відповідно до ДБН В.1.4 - 1.01, ДБН В.1.4 - 2.01.

7. Керамічну цеглу виготовляють двох типів: повнотілою (без порожнин або з технологічними порожнинами об'ємом до 13 % для запобігання структурному свілеутворенню) або порожнистою.

Технічні вимоги до цегли керамічної, згідно ДСТУ Б В.2.7-61-97:

а) Вироби повинні відповідати обов'язковим вимогам дійсного стандарту й виготовлятися за технологічними регламентами, затвердженими у встановленому порядку, з диференційованими вимогами до процесу виробництва на кожний вид виробів.

б) Вироби повинні мати форму прямокутного паралелепіпеда. Поверхня граней виробів повинна бути плоскою, ребра – прямолінійними, допускається випуск виробу із закругленими вертикальними ребрами з радіусом закруглень не більше 15 мм.

в) Цеглу варто виготовляти повнотілою (без порожнин або з технологічними порожнинами об'ємом до 13% для запобігання структурного свилевиникнення) і порожнистою, а камені - лише порожнистими. Всі вироби за винятком призначених для кладки фундаментів, можуть виготовлятися ніздрюватими.

г) Вироби можна виготовляти іншої порожнистості, з порожнинами іншої форми, іншим числом і розташуванням отворів за умови дотримання обов'язкових вимог дійсного стандарту.

д) Порожнини у виробах повинні розташовуватися перпендикулярно (вертикально розташовані) або паралельно (горизонтально розташовані) й можуть бути наскрізними й не наскрізними.

е) Ширина щілинових порожнин повинна бути не більше 16 мм, а діаметр циліндричних наскрізних і розмір сторони квадратних порожнин

- не більше 20 мм.

є) Для збільшених каменів допускаються порожнини (для захоплення при кладці) із загальною площею перерізу не більше 13% від площі основи.

ж) Діаметр не наскрізних порожнин і розміри горизонтальних порожнин не регламентуються.

з) Товщина зовнішніх стінок порожнистих виробів повинна бути не менше 12 мм.

и) Відхилення від номінальних розмірів і показників зовнішнього вигляду виробів не повинні перевищувати на одному виробі величини, зазначеної у додатку 2.

і) Загальна кількість рядових виробів з дефектами, що перевищують допущені в п. і (включаючи парний половняк) не повинна перевищувати більше 5%; лицьових з дефектами, що перевищують ті які допущені в п. і, включаючи парний половняк - 5 %. Парним половняком вважають вироби, що складаються з парних половинок або мають тріщини більше припустимих дійсним стандартом.

ї) Для рядових виробів вапняні включення, що викликають після пропарювання руйнування виробів або їхньої поверхні розміром за номінальним виміром від 5 до 10 мм у якості кількості трьох штук на одному виробі, не допускаються.

й) Марку каменю за міцністю встановлюють за значенням межі міцності на стиск, а цегли - за значенням меж міцності на стиск та на згин зазначену у додатку 3.

к) Водопоглинення рядових виробів, висушених до постійної маси, повинне бути для повнотілої цегли не менш 8% за масою, порожнистих виробів - не менш 6% за масою.

л) Вироби повинні бути морозостійкими і у насиченому водою стані, витримувати без ознак помітних ушкоджень (розшарування, злуцнення, розтріскування, вицвітання) не менш 15, 25, 35 і 50 циклів поперемінного заморожування й відтавання для марок за морозостійкістю відповідно F - 15, F - 25, F - 35, F -50. Застосування рядових виробів марки за міцністю 75 з морозостійкістю нижче F - 15 допускаються для кладки внутрішніх перегородок невідповідальних споруд за узгодженням з Держстроєм України.

м) Маса цегли у висушеному стані повинна бути не більше 4.3 кг, каменів - не більше 16 кг. Допускається за узгодженням підприємства-виробника зі споживачем, затвердженому у договорі на постачання, виготовлення збільшених каменів масою не більше 16 кг.

п) Вироби повинні маркуватися в кожному пакеті по одному в середньому ряді.

р) На тичкову поверхню виробу, що маркується, наносять незмивною фарбою за допомогою трафарету (штампу) або відбитком тавра в процесі виготовлення товарний знак підприємства - виробника й при сертифікації продукції - національний знак у відповідності до ДСТУ 2296.

с) Кожне вантажне місце (пакет) повинне мати транспортне маркування за ДСТУ 14192.

2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв

Для виробництва даного виду керамічного каменю використовується суглинок Добровольського родовища Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області, а також відходи центральної збагачувальної фабрики «Червоноградська», Львівська область, м. Сосновка, залізнична станція Силец, в співвідношенні відповідно суглинок 50% та відходи 50%.

В якості глинистої сировини для виробництва керамічного каменю в дільниці використовують суглинок Добровольського родовища. Суглинок представляє собою рихлу жовтувату породу, однорідну по структурі і властивостям, з великою кількістю пиловатих частинок. Хімічний склад, приведений в таблиці 2.1 вказує на належність суглинка до групи кислої глинистої сировини (Al_2O_3 -10,79%) з середнім вмістом барвних оксидів (Fe_2O_3 -3,94%). Вміст вільної сірки не великий і складає 0,06%

Хімічний склад глин, що використовуються в виробництві:

Таблиця 2.1 – Хімічний склад глин, що використовуються в виробництві

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O	П.П.П.
Суглинок Добровольського родовища	69,44	10,79	3,94	0,65	4,17	1,2	0,06	0,4	1,85	8,03

Гранулометричний склад глин (Таблиця 2.2) тісно пов'язаний з їх мінералогічним складом. Частинок більше 10 мкм представляють головним чином залишки первинних матеріалів (кварц, польові шпати, слюда). Фракція 5-10 мкм представлені у вигляді залишків первинних і вторинних мінералів; частинки менше 5 мкм складаються з глинистих (каолінит, монтморилоніт) і ін. мінералів вторинних утворень. Частинок менше 1 мкм містять Al_2O_3 , Fe_2O_3 .

Частинки менше 5 мкм складають глинисту речовину і визначають основні властивості глинистої сировини. Підвищення вмісту частинок менше 5 мкм сприяє підвищеній опірності розмоканню у воді, збільшує пластичність і чутливість до сушки, збільшує повітряну усадку. При таких глинах звичайно вводять описнюючі матеріали. Гранулометричний склад сугленку наведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Гранулометричний склад суглинка

	Гранулометричний склад, %			Розмір фракції, мм	
	0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001
Суглинок Добровольського родовища	2,95	41,5	9,5	15,4	30,65

По кераміко-технологічним властивостям (таблиця 2.3) суглинок відноситься до 2 класу (число пластичності 7-15), високочутливим до сушки, легкоплавким. Технологічні властивості сировини: представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Технологічні властивості суглинка

Порода	Число пластичності	Повітряна лінійна усадка, %	Чутливість до сушки, с	Формувальна вологість, %	Питома вага, г/см ³
Суглинок Добровольського родовища	10,6	7,8	80	19	2,62- 2,64

Фізико-механічні властивості виробів, які виготовлені з Добровольського суглинка, наведені в таблиці 2.4. Отримані показники вказують на високу міцність виробів на основі суглинка. Для збільшення його пластичності та підвищенні міцності виробів дотримувались вилежування суглинка в вологому стані. При підйомі температури випалу від 900⁰С до 1000⁰С

підвищується міцність виробів при стиску .

Приведені результати дослідів Добровольського суглинку свідчать про те,що він може використовуватись у виробництві керамічного каменю з невеликою кількість корегуючих добавок. Фізико-механічні властивості виробів на основі Добровольського суглинку приведені в таблиці 2.4.:

Таблиця 2.4 Фізико-механічні властивості виробів на основі Добровольського суглинку

Міцність, МПа				Водопоглинання, %		Загальна лінійна усадка, %		Вогнетривкість, °С
При стику		При згині						
900 ⁰ С	1000 ⁰ С	900 ⁰ С	1000 ⁰ С	900 ⁰ С	1000 ⁰ С	900 ⁰ С	1000 ⁰ С	
21,6	25,8	7,5	8,1	12,8	12,6	8,3	8,5	1180

Характеристика відходів центральної збагачувальної фабрики «Червоноградська»

Ці відходи представляють собою породу темного кольору, високої степені метаморфізму, що не розмокають у воді. Відходи ЦЗФ «Червоноградська» містять гірські породи такі як: аргіліт, вуглистий алевроліт, пісчаник, карбонатні породи і вугілля.Вологість відходів до 11%. Теплотвірна здатність 3,7 КДж/кг. Вміст вуглецю коливається від 12 до 18%. Зольність 70-80%.

Глиниста частина вуглевідходів представлена гідрослюдою, каолінітом і змішанослоїстими силікатами.

Хімічний склад відходів ЦЗФ «Червоноградська» представлений в таблиці 2.5, вказує на високий вміст вуглецю, що ,сприятливо впливає на властивості обпалених виробів.

Таблиця 2.5 - Хімічний склад відходів центральної збагачувальної фабрики «Червоноградська»

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	П.П.П
Відходи вуглезбагачення ЦЗФ «Червоноградська»	37,9	16,13	7,54	0,64	1,95	0,75	0,45	0	1,64	28,68

По вмісту глинозема і оксидів Fe₂O₃+ TiO₂ відходи відносяться до групи напівкислої сировини з високим вмістом фарбуючих оксидів. В породі міститься велика кількість сполук сірки, що може погано впливати на випалений черепок.

Вивчаючи технологічні властивості вуглевідходів, що представлені в таблиці 2.6 можна відмітити, що вони відносяться до групи малопластичної глинистої сировини, не чутливі до сушки, легкоплавкі. Слід відмітити низьку формовочну здатність сировини, малу зв'язність маси і хрупкість сирця.

Таблиця 2.6 Технологічні властивості відходів ЦЗФ «Червоноградська»

Порода	Число пластичності	Повітряна лінійна усадка, %	Чутливість до сушки, с	Формовочна вологість, %	Питома вага, г/см ³
Вуглевідходи ЦЗФ «Червоноградська»	4,2-4,3	0,2-1,3	300	17	2,33- 2,35

В зв'язку з тим, що відходи гравітаційного збагачення ЦЗФ «Червоноградська» містять велику кількість вуглецю і вільної сірки, вони можуть служити сировиною для виробництва керамічного каменю сприяючи

поліпшенню теплоізоляційних властивостей керамічного каменю та зниженню енергозатрат на виробництво. Відходи ЦЗФ «Червоноградська» як добавка в кераміку покращує сушильні властивості кераміки, зменшують витрати палива на її випал, а також збільшує її пористість чим суттєво зменшує її теплопровідність, а отже і необхідну товщину стінки, яку необхідно будувати.

2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва

У виробництві керамічного каменю в основному використовують легкоплавку глинисту сировину - глини, суглинки, глинисті сланці (аргіліти) і сланцеві глини, леси. Глинисті матеріали для стінової кераміки повинні мати гарну формовочну здатність (число пластичності - не менш 7), забезпечувати сушіння й випал напівфабрикатів без деформацій і тріщин, мати повітряну усадку не більше 6%, для глин середньої пластичності 6-10%, для високопластичних глин 10% , забезпечувати після випалу достатню пористість і інші властивості виробів згідно ДСТУ.

Властивості сировини, тип виробів, обсяг виробництва, способи підготовки сировинних матеріалів визначають загальні принципи технологічних схем виробництва виробів.

Для виробництва керамічного каменю найбільш ефективним способом переробки сировини й підготовки маси є пластичний. Технологічна схема виробництва виробів з пластичним способом підготовки маси, незважаючи на свою складність і тривалість, найбільш поширена в промисловості стінової кераміки. Метод формування з пластичних мас історично склався на основі пластичних властивостей глин і широко використовується в керамічній технології. Спосіб пластичного формування дозволяє випускати вироби в широкому асортименті, більш великих розмірів, складної форми і більшої порожнистості. При переробці глин в сирому вигляді схема підготовки сировини простіше й економічніше, оскільки потрібно менше переробного обладнання, отже, менше енергоємність. Все обладнання більш надійно і просто в обслуговуванні. Температура випалу виробів приблизно на 50°C нижче, ніж у виробів напівсухого пресування, що дозволяє також знизити енерговитрати на випал і в якійсь мірі компенсують високі витрати на сушіння. Технологічна схема виробництва виробів пластичним способом підготовки маси, незважаючи на складність і тривалість, найпоширеніша в промисловості стінової кераміки.

Вибір типу печі роблять на основі техніко-економічних міркувань, з огляду на спосіб і обсяг виробництва, умови нагрівання матеріалу, метод транспортування його в печі, властивості застосовуваного палива, місцеві умови й т.д. Проектуючи піч, прагнуть забезпечити її високу питому продуктивність, одержання продукції високої якості, низька питома витрата палива, вогнетривів і інших будівельних матеріалів, високу стійкість, полегшити й механізувати обслуговування й поліпшити умови праці. Передбачають належні умови завантаження ж переміщення оброблюваних матеріалів, підведення палива, в розпилювальному середовищі (у випадку рідкого палива) і повітря для спалювання палива й охолодження виробів, відводу газів, що відходять, і використання їхнього тепла, зниження втрат тепла в навколишнє середовище, штучне охолодження кладки. Удосконалення конструкцій тунельних печей з метою збільшення збільшення теплоємності, вдосконалення пальників для розвитку довжини факела, а також повноти спалювання рідкого палива, поліпшення теплоізоляції поду - все це призводить до певних успіхів, але не виключає необхідності розробки та вдосконалення конструкцій печей для однорядного швидкісного випалу.

Дільницю по виробництву керамічного каменю пластичним способом формування, продуктивністю 13,5 млн. шт. в рік, буде побудовано на підприємстві в Кам'янець-Подільську

Сировиною для виробництва керамічного каменю є відходи гравіметричного вуглезбагачення ЦЗФ «Червоноградська» і суглинок Добровольського родовища.

Готова продукція використовуватиметься для будівництва житлових будинків, підприємств, фабрик і інших споруд.

Опис технологічної схеми виробництва

В магістерській дисертації була запропонована технологічна схема виробництва пористо пустотілого керамічного каменю з використанням відходів ЦЗФ «Червоноградська» методом пластичного формування.

Не дивлячись на складність та тривалість технологічного процесу виробництва продукції пластичним способом підготовки маси найбільш поширене в промисловості і забезпечує високу якість. Вироби після випалу більш міцні, довговічні та морозостійкі ніж при напівсухому пресуванні.

Використання відходів ЦЗФ «Червоноградська» як добавки не тільки вирішує гостре екологічне питання, а і технологічні питання. Відходи ЦЗФ «Червоноградська» як добавка в кераміку покращує сушильні властивості кераміки, зменшує витрати палива на її випал, а також збільшує її пористість чим суттєво зменшує її теплопровідність, а отже і необхідну товщину стінки, яку необхідно побудувати.

Глину в дільницю привозять з Добровольського родовища в необхідному співвідношенні з вологість приблизно 19%. Відходи привозять з ЦЗФ «Червоноградська» з вологість приблизно 17%. Доставка відходів з такою вологість передбачає попередню досушку його на збагачувальній фабриці.

Глина подається спочатку в глинорозпушувач СМК-496, що використовується для подрібнення великих шматків глини. Продуктивність глинорозпушувача складає 50 т/год, частота обертання вала з білами - 20 хв^{-1} , місткість бункера - $3,2 \text{ м}^3$, установлена потужність - 30 КВт, маса - 5000 кг, габаритні розміри – $4500 \times 2400 \times 1430 \text{ мм}$.

Дозування глинистої сировини та відходів ЦЗФ «Червоноградська» та їх рівномірна подача на подальшу переробку здійснюються ящиковими живильниками СМК-325. Вони не тільки дозують, але й частково розпушують сировинні матеріали.

Технічна характеристика ящикового живильника: продуктивність - 45 м³/год; установлена потужність – 9,5 КВт; маса-6940 кг; габаритні розміри – 5780×3130×2350 мм.

Ящиковий живильник рівномірно загрузає глину в каменевидальючі вальці СМК-517. Каменевидальючі вальці мають два валка різного діаметра, причому валок меншого діаметра має поздовжні ножі, які інтенсивно вдаряють по масі, подрібнюють її та вибивають тверді включення.

Технічна характеристика каменевидальючих вальців: продуктивність - 30 м³/год; установлена потужність привода валків - 52 КВт; маса - 7200 кг; діаметр валка: гладкого - 1000мм, ребристого - 560мм; довжина валка - 800мм.

Після каменевидальючих вальців глина попадає в двовальний змішувач СМК-126А куди, в той же час, після ящикового живильника надходить відходи ЦЗФ «Червоноградська». Маса подається через загрузочний люк в корпус змішувача, де перемішується, підігрівається до необхідного стану за допомогою подачі пари. Вологість маси, що виходить з глинозмішувача складає приблизно 18%.

Технічна характеристика змішувача: продуктивність - 40 м³/год; частота обертання валів -32,5 хв⁻¹; установлена потужність - 22 КВт; маса - 4400 кг; габаритні розміри – 5900×1700×1350 мм.

Перемішана та підігріта маса за допомогою стрічкового транспортера доставляється в вальці тонкого помелу СМК-516.

Технічна характеристика вальців тонкого помелу: продуктивність - 25 м³/год; установлена потужність - 26 КВт; маса - 2800 кг; габаритні розміри – 2000×1500×2000 мм.

Після вальців тонкого помелу подрібнена маса надходить в бункер-гомогенізатор. Необхідність бункера продиктована неоднорідністю маси через присутність відходів ЦЗФ «Червоноградська».

Ще однією важливою причиною присутності бункера є необхідність економії. В бункері маса перебуває порядку доби.

Після бункера-гомогенізатора маса поступає в двовальний змішувач.

Підігріта маса подається в вакуумний шнековий прес СМК-506.

Технічна характеристика преса: продуктивність - 10000 шт.(ум. цегли) /рік; установлена потужність - 155 КВт; маса - 23000 кг; габаритні розміри – 7095×1405×2570 мм; діаметр шнека на виході – 400 мм.

В вакуум-пресі маса ще раз перемішується, потім продавлюється в вакуум-камеру. В вакуум-камері підтримується постійне розрідження, що дозволяє видалити максимум повітря з маси, присутність якого призводить до великої кількості браків. Під час вакуумування частинки глини зближаються між собою, збільшуючи поверхню дотику, що забезпечує підвищення міцності, щільності, пластичності та формувальної здатності маси.

З вакуум-камери глиняна маса подається в прес для формування. Головною робочою частиною пресу є шнековий вал, який забезпечує переміщення, ущільнення формувальної маси та її подачу через перехідну голівку в мундштук, з якого вона виходить у вигляді неперервної стрічки-бруса. Брак при формуванні складає 7%.

Після преса стрічки-бруси подають на автомат різки та укладки сирцю на сушильні вагонки СМК-127А.

Технічна характеристика автомата для різки та укладки: продуктивність - 10000 шт./год; кількість цеглин на рамці - 11 шт; установлена потужність - 15,5 КВт; маса - 6750 кг; габаритні розміри: довжина від мундштука преса - 7906мм, ширина - 7858мм, висота загальна - 3882мм.

Камінь укладається на сушильну вагонку з двох боків, яка за допомогою електропередаточного візка загружається в тунельну сушарку.

Метою процесу сушки є видалення вологи та надання виробу певної міцності. Необхідно також притримуватися певного режиму сушки, щоб попередити руйнування виробу.

Сушка сирцю відбувається в проти точних тунельних сушарках неперервної дії. Тунельна сушарка представляє собою прямий тунель, в якому теплоносії рухається на зустріч сирцю.

Сирець надходить у сушарку на вагонках. По мірі висихання сирцю та руху вагонеток до кінця сушильного тунелю їх зустрічає теплоносії з більш високою температурою та меншою вологістю. Температура теплоносія, що подається в сушарку складає – 100-110°C. Температура спрацьованого теплоносія – 26-38°C, а відносна вологість – 80-95%.

Швидкість сушки спочатку збільшується повільно до втрати 3-5% вологості, потім швидше, досягає максимуму та зменшується. Швидкість сушки залежить від температури, вологості та якості теплоносія, температури, форми та розмірів сирцю та конструкції садки.

Залишкова вологість сирцю після сушки складає 3%. Допускається загальна кількість браку 2%. Час сушіння складає 42 год.

Вагонетки, що знаходяться на останній позиції сушарки при черговому проштовхуванні нової вагонетки в сушарку, виштовхується на рельсові шляхи біля сушарок. Звідси за допомогою передаточної вагонки камінь передається до печі, де камінь укладається на пічні вагонки. Пічні вагонки подаються в піч кожну годину.

Випал – це технологічна операція, яку проводять з метою зміни фізичних, хімічних, фізико-хімічних та мінералогічних властивостей сировинних матеріалів та одержання з них матеріалів або виробів з заданими властивостями. Процеси, що відбуваються при випалі дуже складні і різноманітні. В процесі випалу відбуваються наступні перетворення: утворення нових фаз, поліморфізм, спікання, часткове плавлення матеріалів, рекристалізація.

Температурний режим випалу умовно ділиться на 3 періоди: нагріву (до 800°C), випалу (900-1100°C) та охолодження до температури 50-40°C. На проектованому виробництві випал проводиться в тунельній печі неперервної дії. Піч представляє собою суцільний прямолінійний канал, по рельсовому шляху якого переміщуються вагонки з садкою випалюємого каменю.

Садка каменю на вагонетки повинна бути міцною, стійкою, щоб виключити можливість завалів в печі, достатньо щільною та пропускати пічні гази, як по довжині, так і по ширині.

В зоні нагріву перш за все відбувається досушка каменю димовими газами, що проходять по печі з зони випалу, віддаючи своє тепло на нагрів матеріалу до температури випалу та досушку. Димові гази відбираються димососами та використовуються потім при сушці. Далі вагонетки з каменем проходять зону випалу, де нагріваються до високих температур, а потім надходять в зону охолодження. Повітря для охолодження виробів та вагонеток нагнітається вентиляторами. Нагріте повітря з зони охолодження відбирається на сушку.

Час випалу 42 години. В процесі випалу допускається брак не більше 3%. Максимальна температура випалу 1000°C .

В процесі випалу при різних температурах в керамічному матеріалі відбувається ряд фізико-хімічних явищ, які визначають швидкість випалу та його якість.

В інтервалі температур $50-150^{\circ}\text{C}$ відбувається досушка каменю, при цьому утворюється велика кількість водяної пари, яка при швидкому зростанні температури відбувається настільки бурно, що може розірвати виріб. Ріст температури до 200°C відбувається з інтенсивністю $50^{\circ}\text{C}/\text{год}$, а після видалення залишкової вологості – з інтенсивністю $130-150^{\circ}\text{C}/\text{год}$.

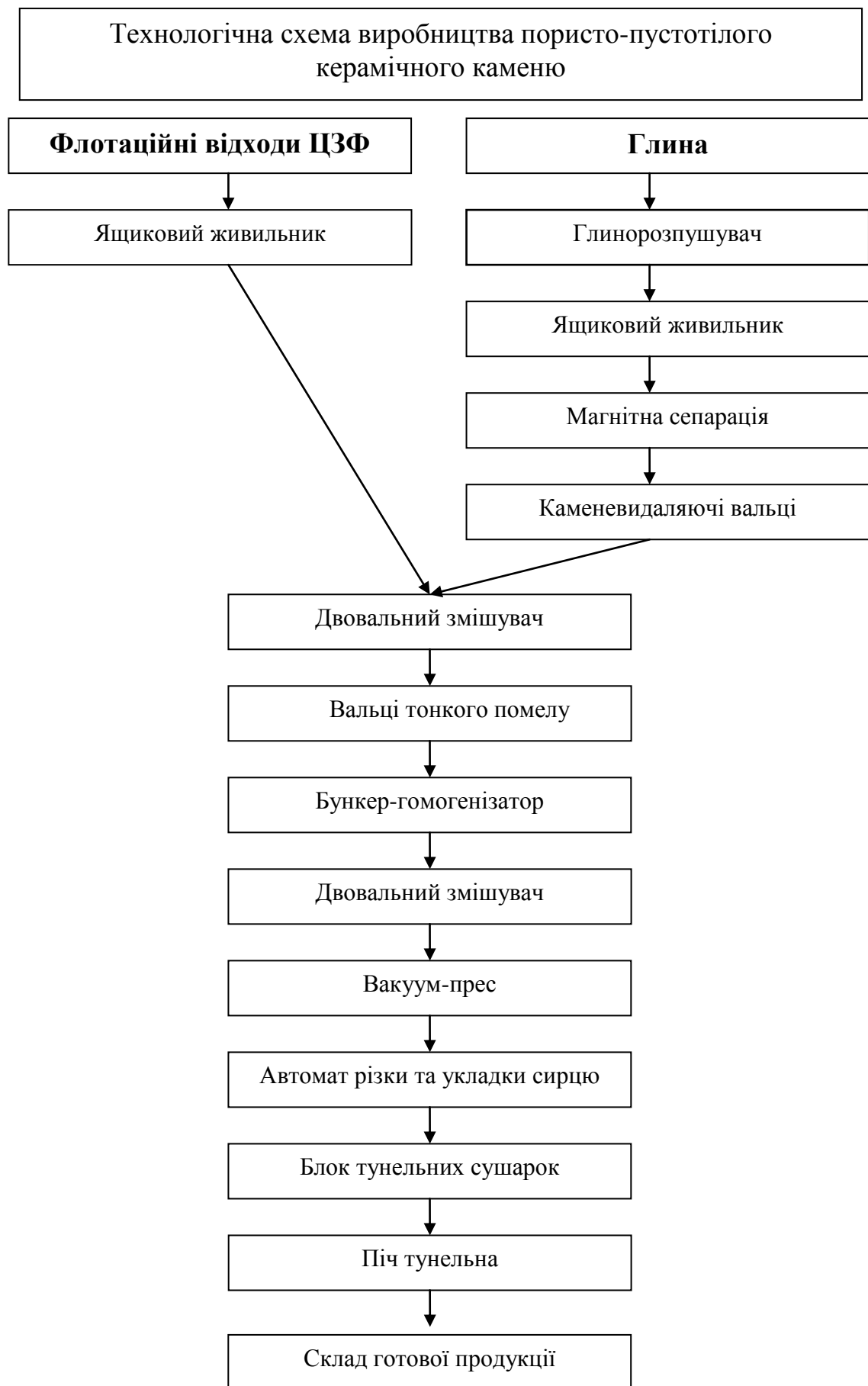
Починаючи з $450-500^{\circ}\text{C}$ відбувається дегідратація глиняної речовини, а після цього вигорання органіки. Хімічні реакції, які відбуваються при температурі до 750°C (розклад карбонатів, модифіковані перетворення кварцу, дегідратація глини), в своїй більшості не обумовлює кінцеву структуру керамічних виробів тому випал являється практично безпечним і його можна проводити зі швидкістю $100-200^{\circ}\text{C}/\text{год}$.

При досягненні 800°C швидкість нагріву зменшується до $50-60^{\circ}\text{C}/\text{год}$. При цих температурах глина знаходиться в аморфному стані.

При більш високих температурах 900-1000°C виявляються ознаки кристалізації та утворюється рідка фаза. Максимальну температуру випалу підтримують для вирівнювання температури по всій товщині виробу, перетину печі та завершення реакцій мінералоутворення.

Після витримки при максимальній температурі випалу не менш відповідальним періодом є охолодження виробів. На початковому періоді при зменшенні температури на 100-200°C виріб зазнає термічного стиску та деформується пластично, можуть з'явитися тріщини. Охолодження після 800°C до 650°C можна значно пришвидшити (200-250°C/год). В температурному інтервалі 600-400°C охолодження уповільнюється до 40-50°C/год до завершення фазових перетворень кварцу зі зменшенням об'єму. Після 400°C швидкість охолодження може складати 200-250°C/год.

Випалені керамічні камені транспортуються на склад, де сортуються та пакуються.



2.5 Матеріальний баланс виробництва керамічного каменю

Вихідні дані для розрахунку

Основні параметри виробництва

Параметр	Позначення	Величина
Продуктивність ділянки (умовної цегли), шт Керамічного каменю	P	$28,5 \cdot 10^6$ $13,5 \cdot 10^6$
Маса каменю, кг	m	5,6
Вологість каменю після сушіння, %	W _C	3
Формувальна вологість, %	W _Ф	18

Норми браку і втрат

Види браку і втрат	Позначення	Значення, %
Брак випалу	B _B	3
-зокрема зворотні втрати	B _{BЗ}	90
Брак сушіння	B _C	2
-зокрема зворотні втрати	B _{CЗ}	97
Брак формування	B _Ф	7
-зокрема зворотні втрати	B _{ФЗ}	99,99
Втрати в масо-заготівельному відділенні	B _{МЗВ}	0,1
Втрати на складі		
Глина	B _Г	0,1
Добавка	B _{ДОБ}	0,2

Склад і характеристика компонентів маси

Назва компоненту	Вміст, мас. %	В.П.П., %	Вологість, %
Глина	50	8,03	19
Добавка	50	28,68	17

Розрахунок матеріального балансу виробництва

1. Річний випуск каменю за масою становитиме:

$$M_P = m \cdot P = 5,6 \cdot 13,5 \cdot 10^6 = 75,6 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

2. З врахуванням браку піж час випалу (B_B) в піч необхідно подати каменю

$$P_1 = \frac{P \cdot 100}{100 - B_B} = \frac{13,5 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 3} = 13,92 \cdot 10^6 \text{ ум/рік}$$

За масою

$$M_1 = \frac{M_P \cdot 100}{100 - B_B} = \frac{75,6 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 3} = 77,94 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Маса браку випалу на рік становить

$$M_{BB} = M_1 - M_P = (77,94 - 75,6) \cdot 10^6 = 2,34 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Зворотні втрати, що повертаються у виробництво

$$M_{BB3} = \frac{M_{BB} \cdot B_{B3}}{100} = \frac{2,34 \cdot 10^6 \cdot 90}{100} = 2,106 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

3. З врахуванням В.П.П. маса абсолютно сухого каменю, що подається в піч буде дорівнювати:

$$M_2 = \frac{M_1 \cdot 100}{100 - B_{П.П.}} = \frac{77,94 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 18,35} = 95,5 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

$$B_{П.П.} = 0,5 \cdot 28,68 + 0,5 \cdot 8,03 = 18,35\%$$

4. З врахуванням вологості сирцю після сушіння (W_C), маса висушеного каменю, що подається в піч становить

$$M_3 = \frac{M_2 \cdot 100}{100 - W_C} = \frac{95,5 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 3} = 98,45 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

5. З врахуванням браку сушіння (B_C) в сушарку необхідно подати каменю

$$P_4 = \frac{P_1 \cdot 100}{100 - B_C} = \frac{13,92 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 2} = 14,2 \cdot 10^6 \text{ ум/рік}$$

За масою

$$M_4 = \frac{M_3 \cdot 100}{100 - B_C} = \frac{98,45 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 2} = 100,5 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Маса браку сушіння на рік становить

$$M_{BC} = M_4 - M_3 = (100,5 - 98,45) \cdot 10^6 = 2,05 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Зворотні втрати, що повертаються у виробництво

$$M_{BC3} = \frac{M_{BC} \cdot B_{C3}}{100} = \frac{2,05 \cdot 10^6 \cdot 97}{100} = 2 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

6. З врахуванням зміни вологості під час сушіння маса каменю, що подається в сушарку

$$M_5 = \frac{M_4 \cdot (100 - W_C)}{100 - W_\phi} = \frac{100,5 \cdot 10^6 \cdot (100 - 3)}{100 - 18} = 118,9 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

7. З врахуванням браку формування (B_ϕ) необхідно відформувати каменю

$$P_6 = \frac{P_4 \cdot 100}{100 - B_\phi} = \frac{14,2 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 7} = 15,27 \cdot 10^6 \text{ ум/рік}$$

За масою

$$M_6 = \frac{M_5 \cdot 100}{100 - B_\phi} = \frac{118,9 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 7} = 127,85 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Маса браку формування на рік становить

$$M_{B\phi} = M_6 - M_5 = (127,85 - 118,9) \cdot 10^6 = 8,95 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Зворотні втрати, що повертаються у виробництво

$$M_{B\phi3} = \frac{M_{B\phi} \cdot B_{\phi3}}{100} = \frac{8,95 \cdot 10^6 \cdot 99,99}{100} = 8,95 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

8. Природна вологість маси, тобто вологість маси, з якою сировина подається в змішувач

$$W_M = \Sigma(W_i \frac{C_i}{100}) = 19 \frac{50}{100} + 17 \frac{50}{100} = 18\%$$

Де W_i -відносна вологість i -того компоненту

C_i -вміст i -того компоненту в масі, %

В змішувач необхідно подати маси

$$M_7 = \frac{(M_6 - M_{B\phi3}) \cdot (100 - W_\phi)}{100 - W_M} = \frac{(127,85 - 8,95) \cdot 10^6 \cdot (100 - 18)}{100 - 18} = 119 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

9. Кількість маси, яку необхідно подати в двовальний змішувач в розрахунку на абсолютно суху масу

$$M_8 = \frac{M_7 \cdot (100 - W_M)}{100} = \frac{119 \cdot 10^6 \cdot (100 - 18)}{100} = 97,58 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

10. З врахуванням зворотних втрат сушіння в двовальний змішувач подається абсолютно сухої маси

$$M_9 = M_8 - \frac{M_{BC3} \cdot (100 - W_C)}{100} = \left[97,58 \cdot 10^6 - \frac{2 \cdot 10^6 \cdot (100 - 3)}{100} \right] = 95,64 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

Маса кожного компонента окремо

$$M_{9i} = \frac{M_9 \cdot C_i}{100}$$

$$M_{9_{\text{зл}}} = \frac{M_9 \cdot C_{\text{зл}}}{100} = \frac{95,64 \cdot 10^6 \cdot 50}{100} = 47,82 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

$$M_{9_{\text{доб}}} = \frac{M_9 \cdot C_{\text{доб}}}{100} = \frac{95,64 \cdot 10^6 \cdot 50}{100} = 47,82 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

11. Маса кожного компонента, що подається в змішувач, з урахуванням природної вологості

$$M_{10i} = \frac{M_{9i} \cdot 100}{100 - W_i}$$

$$M_{10_{\text{зл}}} = \frac{M_{9_{\text{зл}}} \cdot 100}{100 - W_{\text{зл}}} = \frac{47,82 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 19} = 59,04 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

$$M_{10_{\text{доб}}} = \frac{M_{9_{\text{доб}}} \cdot 100}{100 - W_{\text{доб}}} = \frac{47,82 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 17} = 57,62 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

12. З врахуванням втрат в масо-заготівельному відділенні ($B_{\text{МЗВ}}$) маса кожного компонента, що подається на переробку

$$M_{11_{\text{зл}}} = \frac{M_{10_{\text{зл}}} \cdot 100}{100 - B_{\text{МЗВ}}} = \frac{59,04 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 0,1} = 59,1 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

$$M_{11_{\text{доб}}} = \frac{M_{10_{\text{доб}}} \cdot 100}{100 - B_{\text{МЗВ}}} = \frac{57,64 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 0,1} = 57,7 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

13. Річні втрати компонентів маси, враховуючи втрати на складі

$$M_{12i} = \frac{M_{11i} \cdot 100}{100 - B_i}$$

$$M_{12_{\text{зл}}} = \frac{M_{11_{\text{зл}}} \cdot 100}{100 - B_{\text{зл}}} = \frac{59,1 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 0,1} = 59,2 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

$$M_{12_{\text{доб}}} = \frac{M_{11_{\text{доб}}} \cdot 100}{100 - B_{\text{доб}}} = \frac{57,7 \cdot 10^6 \cdot 100}{100 - 0,2} = 57,82 \cdot 10^6 \text{ кг/рік}$$

14. Питомі втрати сировини на 1000 штук умовного каменю

$$q_{\text{ГЛ.ПИТ}} = \frac{M_{12_{\text{зл}}} \cdot 1000}{P} = \frac{59,2 \cdot 10^6 \cdot 1000}{13,5 \cdot 10^6} = 4,385,2 \text{ кг} = 4,3852 \text{ т}$$

$$q_{\text{ДОБ.ПИТ}} = \frac{M_{12_{\text{доб}}} \cdot 1000}{P} = \frac{57,82 \cdot 10^6 \cdot 1000}{13,5 \cdot 10^6} = 4283,96 \text{ кг} = 4,28396 \text{ т}$$

2.6 Вибір та розрахунок кількості основного технологічного обладнання

Необхідна кількість обладнання розраховується по формулі:

$$n = \frac{M}{q \cdot \rho \cdot k_1 \cdot k_2}$$

Де: ρ – густина матеріалу, що переробляється цим обладнанням;

q – продуктивність одиниці обладнання;

K_1 – коефіцієнт використання обладнання;

K_2 – коефіцієнт завантаження обладнання;

M – продуктивність ділянки кг/год.

1. Ящиківий живильник СМК-325 $g = 45 \text{ м}^3/\text{год}$

$$n_{\text{ел}} = \frac{27333.33}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 45 \cdot 1820} = 0,39 \text{шт}$$

$$n = \frac{26675.93}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 45 \cdot 1140} = 0,6 \text{шт}$$

Приймаємо два ящиківих живильника.

Технічна характеристика ящиківого живильника:

- продуктивність - $45 \text{ м}^3/\text{год}$;
- установлена потужність – 9,5 КВт;
- маса-6940 кг;
- габаритні розміри – $5780 \times 3130 \times 2350 \text{ мм}$.

2. Каменевидалючі вальці СМК-517, $g = 30 \text{ м}^3/\text{год}$

$$n = \frac{27333.33}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 1820} = 0,6 \text{шт}$$

приймаємо одні каменевидалючі вальці.

Технічна характеристика каменевидалючих вальців:

- продуктивність - $30 \text{ м}^3/\text{год}$;
- установлена потужність привода валків - 52 КВт;
- маса - 7200 кг;
- діаметр валка: гладкого - 1000мм, ребристого - 560мм;
- довжина валка - 800мм.

3. Змішувач лопатевий двовальний СМК-126А $g = 40 \text{ м}^3/\text{год}$

$$n = \frac{41664.28}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 1616} = 0,754 \text{шт}$$

Приймаємо один лопатевий змішувач, але оскільки їх в технологічній схемі передбачено 2, то маємо два однакові змішувачі.

Технічна характеристика змішувача:

- продуктивність - 40 м³/год;
- частота обертання валів - 32,5 хв⁻¹;
- установлена потужність - 22 КВт;
- маса - 4400 кг;
- габаритні розміри – 5900×1700×1350 мм.

4. Вальці тонкого помелу СМК-516 $g = 50 \text{ м}^3/\text{год}$

$$n = \frac{41664.28}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 50 \cdot 1616} = 0,603 \text{ шт}$$

Приймаємо одні вальці тонкого помелу.

Технічна характеристика вальців тонкого помелу:

- продуктивність - 25 м³/год;
- установлена потужність - 26 КВт;
- маса - 2800 кг;
- габаритні розміри – 2000×1500×2000 мм.

5. Прес шнековий вакуумний СМК-506 $g = 10000 \text{ шт(ум.цегли)/рік}$

$$n = \frac{2726.787}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 10000} = 0,32 \text{ шт}$$

приймаємо один шнековий вакуумний прес.

Технічна характеристика преса:

- продуктивність - 10000 шт.(ум. цегли) /рік;
- установлена потужність - 155 КВт;
- маса - 23000 кг;
- габаритні розміри – 7095×1405×2570 мм.
- Діаметр шнека на виході – 400 мм.

6. Автомат для різки та укладки сирцю СМК-127А $g = 10000 \text{ шт.(ум цеги)/год}$

$$n = \frac{2726.787}{0,95 \cdot 0,9 \cdot 10000} = 0.32 \text{ шт}$$

приймаємо один автомат для різки та укладки каменю.

Технічна характеристика автомата для різки та укладки:

- продуктивність - 10000 шт./год;

- кількість цеглин на рамці - 11 шт;
- установлена потужність - 15,5 КВт;
- маса - 6750 кг;
- габаритні розміри: довжина від мундштука преса - 7906мм,
ширина - 7858мм, висота загальна - 3882мм.

7.Тунельна сушарка.

Кількість вагонеток у тунелі — 12шт.

Час сушіння 42 години.

Довжина тунелю - 36 м.

кількість тунелів 8 (2 запасних)

Розрахунок габаритних розмірів складу та підбір складського обладнання

Площа складу відведеного під сировину визначається по формулі:

$$S = \frac{Q_v \cdot n_c}{h \cdot K_p},$$

де Q_v – добова витрата сировини, m^3 , n_c – нормативний запас сировини, складає 5 діб, h – висота засипання сировини, K_p – коефіцієнт розпушування сировини, $K_p=0,4-0,6$.

$$S_{сл} = \frac{218666.666 \cdot 5}{5 \cdot 0,5 \cdot 1820} = 240.3 m^2$$

$$S_{доб} = \frac{213407.407 \cdot 5}{5 \cdot 0,5 \cdot 1750} = 234.5 m^2$$

Площа складу, відведена під сировину, розраховується як сума площ відсіків усіх сировинних матеріалів.

$$S_{mat} = 240.3 + 234.5 = 474.8 m^2$$

Площа складу, зайнята під обладнання і транспортні та під'їзні шляхи визначають за формулами:

$$S_{обл} = 0,35 \cdot S_{MAT} = 0,35 \cdot 474.8 = 166.18 m^2$$

$$S_{TP} = 0,45 \cdot S_{MAT} = 0,45 \cdot 474.8 = 213,66 m^2$$

Загальна площа складу визначається як сума площ, відведених під складування матеріалів, обладнання та транспортні шляхи та під'їзди.

$$S_{заг} = S_{TP} + S_{обл} + S_{MAT} = 213,66 + 166,18 + 474,18 = 854,02 m^2$$

Отже загальна площа складу складатиме 854,02 m^2 .

2.6. Розрахунок тепло-технологічного агрегату

Вихідні дані до розрахунку тунельної печі

Річна продуктивність агрегату	$P_{\text{річ}}=13,5$ млн. шт./рік або 75600 т/рік
Теплота згорання палива	$Q^p_{\text{н}}=37091$ Дж/нм ³
Тривалість теплової обробки	$\tau=42$ год
Максимальна робоча температура в агрегаті	$t_{\text{п}}=1000^{\circ}\text{C}$
Керамічний камінь розмірами	250*120*138мм
Маса каменя	$m=5,6$ кг
Втрати при прожарюванні суміші	$B_{\text{п.п.}}=18,35\%$
Температура газів на виході з агрегату	$t_{\text{д}}=100^{\circ}\text{C}$
Температура виробів на вході в піч	$t_{1\text{М}}=15^{\circ}\text{C}$
Температура виробів на виході з печі	$t_{2\text{М}}=50^{\circ}\text{C}$
Плановий відсоток браку при випалі	$B_{\text{в}}=3\%$
Розрідження в зоні відбору димових газів з печі	$P=-200$ Па
Щільність садки	$g=145$ шт./м ³ або 812 кг/м ³
Довжина вагонки	$l=3$ м
Ширина пічного каналу	$B=2,4$ м

Розрахунок технологічних та конструктивних параметрів

Використовуючи розрахунки матеріального балансу виробництва, знайдемо продуктивність печі за годину враховуючи брак при випалі:

$$P_{\text{год}} = \frac{P_1}{8500} = \frac{13,92 \cdot 10^6}{8500} = 1638 \text{ шт/год}$$

$$M_{\text{год}} = \frac{M_1}{8500} = \frac{77,94 \cdot 10^6}{8500} = 9170 \text{ кг/год}$$

Де 8500 – це кількість годин, які працює піч в році, тобто з врахуванням простою на ремонт.

Маса абсолютно сухого каменю, що подається в піч за годину:

$$M_{\text{год}}^{\text{сух}} = \frac{M_2}{8500} = \frac{95,5 \cdot 10^6}{8500} = 11235,3 \text{ кг/год}$$

Маса вологого каменю, що подається в піч за годину

$$M_{\text{год}}^{\text{вол}} = \frac{M_3}{8500} = \frac{98,45 \cdot 10^6}{8500} = 11582,35 \text{ кг/год}$$

Кількість фізичної вологи, що видаляється з матеріалу за годину

$$M_{\text{вол}} = M_{\text{год}}^{\text{вол}} - M_{\text{год}}^{\text{сух}} = 11582,35 - 11235,3 = 347,1 \text{ кг/год}$$

Кількість газоподібних речовин, що виділяються при випалі за годину

$$M_{\text{газ}} = M_{\text{год}}^{\text{сух}} - M_{\text{год}} = 11235,3 - 9170 = 2065,35 \text{ кг/час}$$

Кількість матеріалу, що може одночасно знаходитися в печі

$$G_{\text{уст}} = M_{\text{год}} \cdot \tau = 9170 \cdot 42 = 385140 \text{ кг}$$

Об'єм пічного каналу

$$V_{\text{уст}} = \frac{G_{\text{уст}}}{g} = \frac{385140}{812} = 474,3 \text{ м}^3$$

Виходячи з того, що об'єм пічного каналу це також

$V = B \cdot L \cdot h$, знайдемо довжину печі

$$L = \frac{V}{B \cdot h} = \frac{474,3}{2,4 \cdot 1,5} \approx 132 \text{ м}$$

Кількість вагонеток, що знаходяться в печі

$$N = \frac{L}{l_{\text{г}}} = \frac{132}{3} \approx 44 \text{ шт}$$

$L = 132 \text{ м}$, та з урахуванням двох форкамер довжина печі складатиме 138 м. Форкамери зменшують вплив навколишнього середовища на аеродинамічний режим печі і не враховуються в технологічні зони печі.

Визначимо довжину окремих зон печі виходячи з кривої випалу:

$$\ell_{нагр} = 53 \text{ м}$$

$$\ell_{вип} = 32 \text{ м}$$

$$\ell_{охол} = 53 \text{ м}$$

Тепловий баланс печі

Тепловий баланс агрегату описується рівнянням, пов'язуючим кількість теплоти, яку вводять в установку та виділяють в процесі її роботи, з кількістю теплоти, що розходиться на технологічні процеси та тепловими втратами.

Мета теплового балансу – визначити сумарну витрату палива, теплову потужність установки, витрата тепла на окремі статті виробництва, а також затрату теплоти на одиницю маси продукції.

Тепловий баланс зон нагріву та випалу

Метою теплового балансу зон нагріву та випалу є визначення кількості палива, необхідної для технологічного процесу з заданою продуктивністю, враховуючи 3% браку.

Статті приходу тепла

Теплота, що вноситься згоранням палива

$$Q_1^{np} = Q_H \cdot x = 39760 \cdot x$$

де x – витрата палива за годину

Статті витрати теплоти

Теплота, що виноситься виробами в зону охолодження

$$Q_1^p = M_{zod} \cdot C_{изд} \cdot t_{об}$$

де $t_{об}$ – температура обпалу $t_{об} = 1000^\circ\text{C}$

$C_{изд}$ – теплоємність виробів при $t_{об}$

$$C_{изд} = 0,837 + 0,000264 \cdot 1000 = 1,101 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q_1^p = 9170 \cdot 1,101 \cdot 1000 = 10096170 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

Теплота, що витрачається на випарювання води

$$Q_2^p = M_{вол} \cdot 2500 = 347,1 \cdot 2500 = 867750 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}$$

де 2500 – питома теплота випаровування води

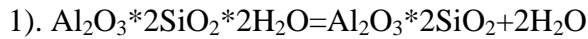
Теплота, що витрачається на хімічні реакції

$$Q_3^p = \sum q_i G_i$$

де q – теплота протікання різних фізико-хімічних процесів, віднесена до 1 кг оксиду (хімічної сполуки) в випаленому продукті кДж/кг;

G – кількість оксидів, по яким розраховують теплові ефекти, кг/год.

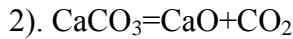
В процесі випалу відбуваються ендотермічні реакції утворення оксидів Al, Mg, Ca та дегідратації глинистих мінералів



$$G_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,1346 \cdot 9170 = 1234,282 \text{ кг/год}$$

$$q_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2090 \text{ кДж/кг}$$

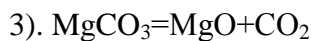
$$Q_1 = G_{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot q_{\text{H}_2\text{O}} = 1234,282 \cdot 2090 = 2579649,38 \text{ кДж/год}$$



$$G_{\text{CaO}} = 0,0306 \cdot 9170 = 280,602 \text{ кг/год}$$

$$q_{\text{CaO}} = 3177 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_2 = G_{\text{CaO}} \cdot q_{\text{CaO}} = 280,602 \cdot 3177 = 891472,554 \text{ кДж/год}$$



$$G_{\text{MgO}} = 0,00975 \cdot 9170 = 89,4075 \text{ кг/год}$$

$$q_{\text{MgO}} = 2750 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_3 = G_{\text{MgO}} \cdot q_{\text{MgO}} = 89,4075 \cdot 2750 = 245870,625 \text{ кДж/год}$$

$$Q_3^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2579649,38 + 891472,554 + 245870,625 = 3716992,179 \text{ кДж/кг}$$

Теплота, що виноситься з печі газами

$$Q_4^P = Q_4^1 + Q_4^2$$

$$Q_4^1 = V_{nz} \cdot x \cdot C_{np} \cdot t_{yx} - \text{теплота, що виноситься продуктами горіння палива}$$

$$Q_4^1 = 12,515 \cdot x \cdot 1,3 \cdot 100 = 1626,95 \cdot x$$

Теплота, що виноситься фізичною водою:

$$Q_4^2 = \frac{M_{\text{вол}} + M_{\text{зидр}}}{0,804} C_{\text{ен}} \cdot t_{yx}$$

$$\frac{1234,282}{102} x$$

$$G_{\text{гид}} = 217,81 \text{ кг/год}$$

$$Q_4^2 = \frac{347,1 + 217,81}{0,804} 1,5052 \cdot 100 = 105759 \text{ кДж/год}$$

$$Q_4^P = 1626,95 \cdot x + 105759$$

Теплота, що втрачається через конструкцію печі.

$$Q_{CT}^P = 3,6 \cdot K \cdot F_{CT} \cdot (t_{III} - t_{CP})$$

Таблиця 3.1 – Втрати теплоти через стіни печі

зона	довжи-на, м	інтер-вал температур, °С	конструкція		λ	К	F, м³	Q, кДж/год
			матеріал	товщи-на, м	кДж/м°С	кДж/м°С		
піді-гріву	53	15-1000	стіни					
			шамот	0,12	0,696			
			шамот-легковес	0,25	0,39			
			глиняна цегла	0,12	0,715	0,92	81	34651,8
			склепін.					
випа-лу	32	1000	бетонна плита	0,3	1,84	0,48	64,8	14152,32
			діатомітові	0,1	0,338			
			стіни					
			шамот	0,12	0,682			
			шамот-легковес	0,37	0,6			
			діатомітові	0,1	0,465	0,81	54	40896,9
			глиняна цегла	0,12	0,878			
			склепін.					
			шамот	0,12	0,4985	0,467	43,2	18863,064
			діатомітові	0,1	0,465			
сумарні втрати								108564,084

$$Q_{CB}^{\Sigma} = 14142,32 + 18863,064 = 33015,384 \text{ кДж/год}$$

Необхідна кількість повітря для охолодження склепіння (це повітря потім іде на сушку)

$$L = \frac{Q_{CB}^{\Sigma}}{C_B \cdot t_B} = \frac{33015,384}{1,3 \cdot 140} = 181,4 \text{ м}^3/\text{час}$$

Втрати теплоти через под вагонок

На практиці показано, що втрати через под вагонок складає приблизно 10% втрат через стінки.

$$Q_6^P = 0,1 \cdot (34651,8 + 40896,9) = 7554,87 \text{ кДж/год}$$

Теплота, що виноситься з зони випалу транспортом

$$Q_7^P = 0,75 \cdot \Sigma G_i \cdot C_i \cdot t_i$$

Тепловий потік, через вагонки

$$q_B = \frac{Q_6^P}{3,6 \cdot F_B}$$

де F_B - площа однієї вагонки

$$F_B = B \cdot l_B = 2,4 \cdot 3 = 7,2 \text{ м}^2$$

$$q_B = \frac{7554,87}{3,6 \cdot 7,2} = 291,47 \text{ Вт/м}^2$$

Металоконструкція вагонки покрита трьохшаровою теплоізоляцією

1. Шамотна цеглина, щільністю $\rho_1=1200\text{кг/м}^3$, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_1=0,35+0,00035t$, товщиною $\delta_1=0,12\text{м}$.

2. Шамот легковіс, щільністю $\rho_2=800\text{кг/м}^3$, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_2=0,21+0,00041t$, товщиною $\delta_2=0,35\text{м}$.

3. Шамотна засипка, щільністю $\rho_3=100\text{кг/м}^3$, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_3=0,23+0,00049t$, товщиною $\delta_3=0,07\text{ м}$.

Масу шарів розраховують по формулі

$$g = \rho \cdot V = \rho \cdot \delta \cdot B \cdot l_B$$

Звідси маса кожного шару

$$g_1 = 1200 \cdot 0,12 \cdot 2,4 \cdot 3 = 1036,8 \text{ кг} \quad g_2 = 800 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 3 = 2016 \text{ кг} \quad g_3 = 100 \cdot 0,07 \cdot 2,4 \cdot 3 = 50,4 \text{ кг}$$

Теплоємність шамоту рівна $C=0,837+0,000264t$

По відомим даним розраховуємо температурне поле вагонки $t_{BH} = 1000^\circ \text{C}$

$$t_1 = 1000 - 291,47 \cdot \frac{0,12}{0,6825} = 948,8^\circ \text{C} \quad t_2 = 948,8 - 291,47 \cdot \frac{0,35}{0,556} = 897,6^\circ \text{C}$$

$$t_3 = 897,6 - 291,47 \cdot \frac{0,07}{0,52} = 846,4^\circ \text{C}$$

Теплоємності шамоту розраховуємо окремо для кожного шару, враховуючи середню температуру шару

$$t_{CP}^1 = \frac{1000 + 948,8}{2} = 974,4^\circ \text{C}$$

$$C_1 = 0,837 + 0,000264 \cdot 974,4 = 1,0942 \text{ кДж/кг}^\circ \text{C}$$

$$t_{CP}^2 = \frac{948,8 + 897,6}{2} = 923,2^\circ \text{C}$$

$$C_2 = 0,837 + 0,000264 \cdot 923,2 = 1,0807 \text{ кДж/кг}^\circ \text{C}$$

$$t_{CP}^3 = \frac{897,6 + 846,4}{2} = 872^\circ \text{C}$$

$$C_3 = 0,837 + 0,000264 \cdot 872 = 1,0672 \text{ кДж/кг}^\circ \text{C}$$

Втрати з однією вагонкою

$$Q_B = 0,75 \cdot (1036,8 \cdot 974,4 \cdot 1,0942 + 2016 \cdot 923,2 \cdot 1,0807 + 50,4 \cdot 872 \cdot 1,0672) = 2372770.57 \text{ кДж/ваг}$$

Так як період просування вагонки на її повну довжину складає 0,95 години, то втрати тепла з транспортом будуть в 2 рази менше.

$$Q_7^P = \frac{Q_B}{2} = \frac{2372770.57}{2} = 1186385.285 \text{ кДж/год}$$

3.3.1.2.8 Невраховані втрати тепла

$$Q_8^P = 0,04 \cdot Q_1^{IP} = 0,04 \cdot 39760 \cdot x = 1590.4 \cdot x$$

Рівняння теплового балансу

$$Q^{IP} = Q^P$$

$$Q_1^{IP} = Q_1^P + Q_2^P + Q_3^P + Q_4^P + Q_5^P + Q_6^P + Q_7^P + Q_8^P$$

$$39760 \cdot x = 10096170 + 867750 + 3716992.179 + 1626,95 \cdot x + 105759 + 108564,084 + 7554,87 + 1186385.285 + 1590.4 \cdot x$$

$$x \approx 440.3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Тепловий баланс зони охолодження

Метою теплового балансу зони охолодження є визначення необхідної кількості повітря для охолодження матеріалу.

Прихід теплоти

Теплота, що вноситься випаленими виробами.

$$Q_1^{PP} = Q_1^P = 10096170 \text{ кДж} / \text{год}$$

Теплота, що вноситься з транспортом.

$$Q_2^{PP} = Q_{\text{тоб}}^P = 1186385.285 \text{ кДж} / \text{год}$$

Витрата теплоти

Теплота, що виноситься виробами з печі

$$Q_1^P = G \cdot C_{\text{изд}} \cdot t_{\text{изд}}^{\text{вих}}$$

де $C_{\text{изд}}$ и $t_{\text{изд}}$ – теплоємність и температура виробів на виході з печі

$$Q_1^P = \frac{9170}{0.95} \cdot 0.8502 \cdot 50 = 410333.37 \text{ кДж} / \text{час}$$

Втрата теплоти через стіни, под і склепіння

$$Q_2^P = Q_i^{\text{СТЕН}} + Q_i^{\text{СВОД}} + Q_i^{\text{ПОД}}$$

Втрати через відгороджуючи конструкції приймаємо рівними втратам через них в зоні нагріву

$$Q_2^P = 116119 \text{ кДж} / \text{год}$$

Теплота, що виноситься з транспортом:

$$Q_3^P = 0.75 \cdot \sum G_i \cdot C_i \cdot t_i$$

де G_i – маса і- того шару футеровки вагонки,

C_i – теплоємність і- того слою футеровки вагонки

А t_i – температура і- того слою футеровки вагонки

Будемо вважати, що вся футерівка нагріта однаково рівномірно і має температуру 50°C, теплоємність шамоту при 50°C

$$C_{\text{ШАМ}} = 0.837 + 0.000264 \cdot 50 = 0.8502 \text{ кДж} / \text{кг} \cdot ^\circ \text{C}$$

$$Q_B = 0.75 \cdot (1036.8 + 2016 + 50.4) \cdot 0.8502 \cdot 50 = 98937.77 \text{ кДж} / \text{ваг}$$

Так як вагонка повністю виходить з печі за 1,8 години то:

$$Q_3^P = \frac{Q_B}{2} = \frac{98937.77}{0.95} = 104145 \text{ кДж} / \text{год}$$

Теплота, що відводиться в бік, тобто на сушку

$$Q_4^P = V_B \cdot C_B \cdot t_B$$

де t_B – середня температура повітря в зоні охолодження, $t_B=450^\circ\text{C}$

C_B – теплоємкість повітря при $t_B=450^\circ\text{C}$, $C_B=1,3244\text{кДж/м}^2\text{ }^\circ\text{C}$

$$Q_4^P = V_B \cdot 1,3244 \cdot 450 = V_B \cdot 595,98$$

Невраховані втрати

$$Q_5^P = 0,04 \cdot \sum Q^{PP} = 0,04 \cdot (10096170 + 1186385,285) = 451302,21 \text{кДж/год}$$

Рівняння матеріального балансу зони охолодження

$$Q^{PP} = Q^P$$

$$10096170 + 1186385,285 = 410333,37 + 116119,12 + 104145 + V_B \cdot 595,98 + 451302,21$$

$$595,98 \cdot V_B = 10200655,585$$

$$V_B = 17115,77 \text{нм}^3/\text{год}$$

Теплота що виділяється від згорання флотаційних відходів ЦЗФ «Червоноградська»:

$$Q_{\text{від}} = m_{\text{від}} \cdot \omega \cdot Q_H^P \cdot 0,35$$

де $m_{\text{від}}$ – маса відходів вуглезбагачення;

Q_H^P – теплота згорання вугілля, ω – вміст вугілля в відходах вуглезбагачення

$$Q_{\text{від}} = 4640 \cdot 0,2 \cdot 20000 \cdot 0,35 = 6496000 \text{кДж/год}$$

В перерахунку на природний газ: $V_{\text{прир. газу}} = Q_{\text{від}} / Q_{\text{н газу}}^P = \frac{6496000}{37091} = 175,1 \text{нм}^3$

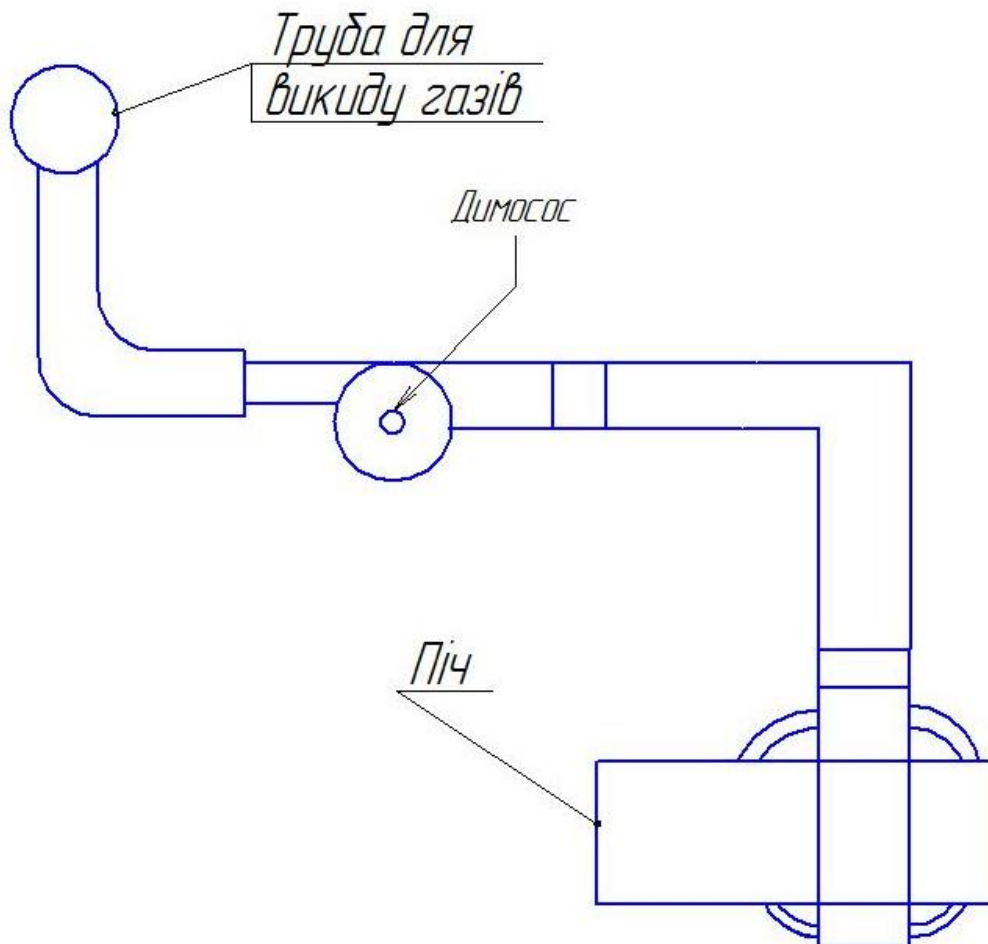
Висновок: в результаті розрахунку теплового балансу печі ми отримали необхідну кількість повітря для охолодження виробів, а саме $17116 \text{нм}^3/\text{год}$. Для випалу 9170кг каменю необхідно затратити $440,3 \text{нм}^3$ палива з теплотворною здатністю 37091кДж/нм^3 , а з урахуванням теплоти від згорання флотаційних відходів ЦЗФ «Червоноградська» ($Q_{\text{від}} = 6496000 \text{кДж/год}$, що відповідає $175,1 \text{нм}^3$ природного газу) фактична витрата палива становитиме:

$V_{\text{факт}} = 440,3 - 175,1 = 265,2 \text{нм}^3$. Тобто питомі витрати палива на тону продукції складають приблизно $28,9 \text{нм}^3$, що відповідає кращим світовим показникам для даного виду продукції.

Аеродинамічний розрахунок

Аеродинамічний розрахунок здійснюється з метою визначення потужності димососа для видалення димових газів з зони підігріву, а також діаметрів газоходів.

Розрахунок аеродинамічної схеми



Об'єм димових газів

$$V_{\text{дг}} = 12,515 \cdot x = 12,515 \cdot 440,3 = 5510,3545 \text{ м}^3/\text{год}$$

Маса води, що виділяється

$$G_w = 347,1 + 122,5 = 469,6 \text{ кг}/\text{год}$$

Об'єм води, що виділяється

$$V_w = \frac{G_w}{18} \cdot V_M = \frac{469,6}{18} \cdot 22,4 = 584,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

де 18 – молекулярна маса води

Враховуючи підсос повітря з навколишнього середовища, кількість газів, які необхідно буде відібрати, збільшиться в 5 разів:

$$V_{\Gamma} = (V_{\Delta T} + V_w) \cdot 5 = (5510.3545 + 584.4) \cdot 5 = 30473.8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Задаємося швидкістю руху димових газів $v_0 = 1,5$ м/с та розрідженням $h^1_{\text{пот}} = 200$ Па на виході з зони нагрівання в боров.

Димові гази відбираються через 4 борова, розрахуємо кількість газів, які проходять через одну трубу:

$$V_1 = \frac{V_{\Gamma}}{4} = \frac{30473.8}{4} = 7618.5 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Швидкість руху газового потоку в цегляному боріві можуть досягати 3 м/с. Задаємося початковою швидкістю руху газу в трубі $v_1 = 3$ м/с.

Тоді площа поперечного перерізу труби дорівнює:

$$F = \frac{V}{v} = \frac{7618.5}{3 \cdot 3600} = 0,7 \text{ м}^2$$

При вході газу в трубу напір газів втрачає свою силу за рахунок швидкому звуженню, які рівні: $h_{\text{ном}} = h_{\text{ск}} \cdot \zeta$

де $h_{\text{ск}}$ - швидкісний (динамічний) напір,

ζ – коефіцієнт місцевих опорів. Звичайно при зміні перерізу каналу коефіцієнт місцевих опорів ζ відносять до швидкісного напору, розрахованому по швидкості потоку в вузькому місці, тобто в боріві:

$$h_{\text{ск}} = \frac{v_0^2}{2} \cdot \rho_0 \cdot (1 + \beta \cdot t)$$

де ρ_0 - густина повітря при температурі 0°C

$$h_{\text{ск}} = \frac{3^2}{2} \cdot 1,293 \cdot 1,37 \approx 8 \text{ Па}$$

$\zeta = 0,425$, тоді

$$h_{\text{ном}}^2 = 8 \cdot 0,425 = 3,4 \text{ Па}$$

Для спрощення задачі будемо вважати, що швидкість в боріві не змінюється і швидкісний напір також. Боров після печі до димососа має 5 прямолінійних ділянок та 4 повороти на 90° .

Втрати напору на першій прямолінійній ділянці труби довжиною 1 м рівні:

$$h_{\text{ном}}^3 = h_{\text{ск}} \zeta$$

$$\zeta = \lambda \frac{l}{d}$$

Де λ – коефіцієнт тертя газів об стінки, що залежить від критерію Рейнольдса та шероховатості стінок; $\frac{l}{d}$ - відносна довжина каналу; d - приведений діаметр каналу, $d=0,5\text{м}$.

враховуючи шероховатість цегляних каналів $\lambda = 0,05$

$$\zeta = 0,05 \cdot \frac{1}{0,5} = 0,1$$

$$h_{nom}^3 = h_{ck} \zeta = 8 \cdot 0,1 = 0,8 \text{Па}$$

На другій прямолінійній ділянці довжиною 6 м втрати будуть рівні:

$$h_{nom}^4 = h_{ck} \zeta = h_{ck} \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d} = 8 \cdot 0,05 \cdot \frac{6}{0,5} = 2,4 \text{Па}$$

На третій прямолінійній ділянці довжиною 8 м втрати будуть рівні:

$$h_{nom}^5 = h_{ck} \zeta = h_{ck} \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d} = 8 \cdot 0,05 \cdot \frac{8}{0,5} = 6,4 \text{Па}$$

На четвертій прямолінійній ділянці довжиною 1 м втрати будуть рівні:

$$h_{nom}^6 = h_{ck} \zeta = h_{ck} \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d} = 8 \cdot 0,05 \cdot \frac{5}{0,5} = 4 \text{Па}$$

На п'ятій прямолінійній ділянці довжиною 3 м втрати будуть рівні:

$$h_{nom}^6 = h_{ck} \zeta = h_{ck} \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d} = 8 \cdot 0,05 \cdot \frac{3}{0,5} = 2,4 \text{Па}$$

втрати напору при повороті на 90° складуть:

$$h_{nom}^{нов} = h_{ck} \zeta = 8 \cdot 1,5 = 12 \text{Па}$$

де $\zeta=1,5$ довідникові дані

Так як у нас 4 повороти (при вході в канал и між чотирма прямолінійними ділянками), сумарні втрати на поворотах в 4 рази більше.

$$h_{nom}^7 = h_{nom}^{нов} \cdot 4 = 12 \cdot 4 = 48 \text{Па}$$

втрати напору на регулюючу заслонку складуть:

$$h_{засл.} = h_{ck} \zeta = 8 \cdot 30 = 240 \text{Па}$$

де $\zeta=30$ довідникові дані

Сумарні втрати напору в печі і по довжині борова дорівнюють сумі всіх втрат напорів:

$$h_{nom} = 200 + 3,4 + 0,8 + 2,4 + 4 + 6,4 + 2,5 + 48 + 240 = 508 \text{Па}$$

Для підбору димососа враховуємо втрати з урахуванням 30% запасу

$$h_{nom} = 508 \cdot 1,3 = 660,4 \text{Па}$$

Знайдемо продуктивність роботи димососа при температурі димових газів:

$$V_t = V_0 \cdot (1 + \beta t) = 30473.8 \cdot 1.37 = 41749.1 \text{ м}^3/\text{час}$$

Таким чином нам найкраще підходить вентилятор низького тиску №-12, що має такі показники:

$$\text{КПД} = 0,63, \quad A = 8200;$$

$$N_{\text{двиг}} = \frac{V_t \cdot h_t}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_e \cdot \eta_n},$$

де V_t - продуктивність роботи димососа, $\text{м}^3/\text{час}$; h_t - повний тиск газів, Па ; $\eta_e = 0,98$ – коефіцієнт використання вентилятора; $\eta_n = 0,95$ – коефіцієнт корисної дії клинопасової передачі.

$$N_{\text{двиг}} = \frac{41749.1 \cdot 660.4}{3600 \cdot 1000 \cdot 0.98 \cdot 0.95} = 8.3 \text{ кВт}$$

$$n = \frac{A}{N_2} = \frac{8200}{12} = 683,3 \text{ об/хв}, \text{ де } N_2 - \text{вентилятор низького тиску №-12};$$

$$N_{\text{уст}} = k \cdot N_{\text{двиг}} = 1,2 \cdot 8,3 = 9,96 \approx 10 \text{ кВт},$$

$$\text{де } k = 1,2 \quad \text{стр. 303} \quad [5]$$

Висновки до Розділу 2.

Вивчення сучасних тенденцій в технології виготовлення керамічного каменю показало, що для підвищення теплоізоляційних властивостей доцільним є використання вигоряючих домішок.

Інноваційною пропозицією є додавання до складу керамічної маси відходів піноскла, завдяки якому покращуються теплоізоляційні і ізоляційні властивості.

Вивчено, що при введенні в керамічну суміш паливовміщуючих відходів отримують виріб з пористою структурою, яка забезпечує теплоізоляційні властивості.

Використання паливовміщуючих відходів в суміші з місцевими глинами дозволяє: корегувати фізико-механічні властивості формуємих мас; знизити чутливість сировини до сушки; покращити спікання суміші; підвищувати марочність виробів; збільшити їх морозостійкість; знизити середню щільність.

3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

3.1 Аналіз технологічного процесу випалу як об'єкта автоматизації

Мета автоматизації виробництва керамічного каменю – поліпшення головних показників ефективності виробництва, а саме збільшення кількості і зниження собівартості продукції, що випускається. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує якість продукції, скорочення браку і відходів зменшення чисельності основних робіт.

Технічні засоби автоматизації виробництва керамічного каменю умовно розділяють на три групи:

1) Автоматичний контроль технологічних параметрів. Він включає покази і реєстрацію таких технологічних параметрів, як витрата сировинних матеріалів і теплоносія, вологість сумішей, рівні речовин в бункерах і т.д. Сюди ж відноситься сигналізація про роботу або зупинку механізмів, положенні перемикачів.

2) Дистанційне керування передбачається для електроприладів основних і допоміжних механізмів, регулюючих і перемикальних органів, і вони вмонтовуються на щитах управління. Передбачається також світлова сигналізація включення агрегатів («вкл», «откл») перемикання органів («вкл», «откл»).

3) Автоматичне регулювання технологічного процесу. Завданням його є підтримка постійності певних величин технологічних параметрів:

- температура в зоні підігріву;
- співвідношення газ:повітря;
- температура в зоні обпалу;
- температура в зоні охолодження.

Всі механізми послідовної обробки матеріалу в дільниці сполучені блокувальним зв'язком для запобігання завалам у разі зупинки одного з механізмів потоку.

Таблиця 3.1 – Параметри регулювання та контролю процесу випалу керамічного каменю

№ п/п	Найменування стадії процесу(технологічний об'єкт), місце заміру параметру	Найменування параметру, що вимірюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації
1	2	3	4	5
1	Кількість повітря, що подається для горіння	Витрата повітря	600 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
2	Кількість повітря, що подається в зону охолодження	Витрата повітря	3000 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
3	Кількість природного газу, що подається до пальників	Витрата природного газу	45 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
4	Температура в зоні підігріву	Температура	50-600 °С	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання

Продовження таблиці 4.1

5	Температура в зоні випалу	Температура	1000°C	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
6	Температура в зоні охолодження	Температура	900-50 °C	Вимірювання, контроль, реєстрація регулювання
7	Тиск в зоні печі	Тиск	-	Вимірювання, реєстрація

3.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу випалу керамічного каменю

На проектованій ділянці автоматизовано повернення тунельних вагонеток.

На початку роботи за відсутності вагонеток на обгінному шляху, візок знаходиться в кінці шляху прийому вагонеток. Після розвантаження вагонетки і подачі її на обгінний шлях вагонетка першою віссю перекидає кулачок, включаючи її кінцевий вимикач і через реле часу електродвигун лебідки. Кулачок під дією пружини повертається в початкове положення і при русі вагонетки штовхає її.

В кінці обгінного шляху розташуванні кінцевий вимикач, який зупиняє електродвигун лебідки, отже, і вагонетку.

Коли вагонетка стикається на лафет, вона бандажем ходового колеса замикає контакти кінцевого вимикача і через реле часу включає магнітний пускач приводу лебідки для зворотного руху візка. Одночасно включається сигнал сирени і цикл роботи повторюється.

В цілях поліпшення герметизації тунельних печей, існує конструкція, шторних затворів вхідної і вихідної частини печі. Робота затворів автоматизована.

Піч обладнана бічними форсунками. Повітря для горіння подається чотирма вентиляторами високого тиску ВРС№12, відбір димових газів – двома димососами, а гарячого повітря що подається в сушила трьома вентиляторами середнього тиску.

Температура в зоні охолодження підтримується зміною кількості гарячого повітря, що відбирається з печі, одним вентилятором типу ВРС№12.

Інший вентилятор подає повітря в піч, підтримуючи постійну температуру на виході з печі.

Система передбачає автоматичне регулювання температури в зоні обпалу і температури газу, тиск в підпічному каналі, стабілізації кількості повітря, що подається у форсунки, контроль температур в зонах підігріву і обпалу, охолодження, вміст СО в газах, що відходять, тиск і розрідження по всій довжині печі, сигналізація подачі вагонеток в піч, зупинку вентиляторів і димососів ТМ МП52.

Температура регулюється в зоні обпалу, для чого в склепінні печі цієї зони встановлюється на глибині 50 мм платинова або платино-радїєва термопара ТПП0679. Імпульси термопари поступають на електронний регулятор температур типу ЭРТ-К, який при відхиленні температури від заданої впливає через виконавчий механізм типу UNTI-6/2.

Повзунки регулюють напругу в ланцюзі якоря моторів постійного струму, а отже число оборотів моторів вентиляторів.

Температура в зонах охолодження регулюється зміною подачі кількості холодного повітря. Датчик температури хромель-алюмелевої термопари підключається до електронного регулятора ЭРТ-К.

Різниця тиску (відбираних через склепіння) є імпульсом тиску зони обпалу, передається до індукційного мембранного датчика типу ДТП-К-25, що перетворює тиск в пропорційне значення змінного струму, передаваного на електронний регулятор. При відхиленні тиску електронний регулятор через виконавчий механізм змінює положення дроселя перед димососом.

Тиск в зоні охолодження регулюється аналогічно тиску в зоні обпалу.

Заданий тиск підтримується зміною кількості відбираного гарячого повітря на сушила із зони охолодження. Для цієї мети використовується індукційний мембранний датчик типу ДТП-К-25, електронний регулятор ЭР-Ш-К і виконавчий механізм типу КДУ-1/Ш-К, що приводить в дію регулюючий дросель.

Кількість відбираного повітря в кубометрах реєструється вторинним самописним електричним приладом типу Э-610.

Температура в зоні підігріву, охолодження і газів, що відходять, контролюється платиновим термометрами опору типу ЭТП-1 в комплекті з електронним мостом типу МС-1-091.

Температура в зоні підігріву, а також гарячого повітря контролюється хромель-алюмелевими термопарами в комплекті з потенціометром типу ПС1-08.

Контроль витрати співвідношень подачі газу і повітря в пальниках контролюється за допомогою контура, який складається з того, що звужує пристрої в трубопроводі, - первинний вимірювальний перетворювач діафрагма типу ДК 6-50 (2-1,3-1) без шкального з дистанційною передачею приладу типу VF (2-2,3-2), вторинного реєструючого і показуючого приладу типу LOGOSCREEN-3 (2-3,3-3), і регулятора співвідношень цих витрат: регулюючого блоку типу TRON 22 (3-4).

Сигнал від блоку TRON 22 (3-4) поступає на виконавчий механізм (3-5), виконавчий мембранний пристрій типу МИК-25, яке контролює подачу повітря до пальників.

Для підтримки постійного тиску теплоносія в печі для виключення додаткових обурюючих дій на систему автоматичного регулювання температури передбачається система автоматичного регулювання тиску в печі.

Контроль тиску на різних ділянках контролюється таким чином: сигнал від місця відбору поступає на вимірювальний перетворювач розрядки.

Для ділянок 13, 15 і 16, де розрядка димових газів має граничне значення до 10Па, встановлені вимірювальні перетворювачі розрядки LOGOSCREEN-3. Сигнал від цих приладів йде на пристрій контролю і сигналізації LOGOSCREEN-3 встановленої на щиті (6-2, 7-2, 8-2), а потім

на сигнальні лампи(HL13,HL11 і HL12),також встановлені на щиті.

У контурі 13-14 і 16-17 сигналу від пристрою контролю і сигналізації (6-2 і 8-2) поступає на регулюючий пристрій LOGOSCR EEN-3 (6-3 і 8-3), які у свою чергу управляють виконавчими мембранними механізмами МИК-25 (6-4 і 8-4); які зчленовані з поворотною заслінкою трубопроводу для контура 13-14 відбору гарячого повітря із зони охолодження в піч, і (8-4) з поворотною заслінкою відбору димових газів із зони підігріву в печі.

Контроль згасання полум'я в печі здійснюють таким чином: біля пальників встановлений первинний вимірювальний прилад, датчик полум'я (9-1), сигнал від якого йде на вторинний прилад захисного пристрою (9-2), забезпеченого сигнальною лампою HL 12.

Електродвигуни М1-М4 запускаються через магнітний пускач ПМЕ 122 (МП1-МП4), який приводиться в дію через кнопковий вмикач типу КУ 123. Такий запуск сигналізується на щиті управління загорянням ламп в арматурі типу У220-10 (HL3.10).

Тиск газу з повітрям підтримується постійним регулятором тиску прямої дії РДУК-2. Відключення газу при аварійному зниженні газу або повітря приводиться клапаном ПНК, в який вмонтований електромагніт.

Схема регулювання передбачає можливість переходу на ручне управління за допомогою перемикача типу УП-5300. При цьому регулювання здійснюється кнопками з щита за показами приладів.

Прилад контролю і регулювання, апаратура управління і сигналізації встановлені на щиті КІП печі, який розміщується в операторському пункті (ОП).

Розводка вимірювальних і оперативних ланцюгів передбачена кабелями КВВГ і АКВВГ, а також термоелектродним дротом.

Всі металеві частини електроустаткування, що нормально не знаходяться під напругою, підлягають зануленню. Занулення виконується резервними жилами кабелю, підключеними до нульової шини щита КІП.

Автоматизуючи тунельну піч, ми забезпечили контроль над температурою (всередині і зовні печі), температурою горіння палива в пальниках, тиском подачі і відбору повітря.

У розділі автоматизації виробництва була автоматизована тунельна піч для випалу керамічного каменю. Автоматизація печі забезпечила керування механізованим виробництвом за допомогою приладів і спеціальних пристроїв без участі людини. Таким чином, збільшилася продуктивність праці, покращилася якість продукції, що випускається, знизилася втрата від браку випалу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ. ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ

З технологічної частини проекту випливає, що в проектованому виробництві використовуються шкідливі, пожежо- і вибухонебезпечні речовини й матеріали; використовуються механічна, електрична, теплова енергія, енергія стисненого газу.

Міжцеховий і внутрішньо-цеховий транспорт представлений стрічковими горизонтальними і похилими конвеєрами, ящиковими живильниками, автотранспортерами, шнеками, елеваторами, рейковим транспортом.

Об'єкт виконано з урахуванням вимог охорони праці та пожежної профілактики.

У даному розділі на підставі аналізу шкідливих і небезпечних виробничих чинників в проектній дільниці розроблені заходи, направлені на створення в дільниці здорових і безпечних умов праці, пожежної профілактики.

4.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників на проектованому об'єкті. Заходи з охорони праці

4.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, роботи виконувані в проектованій дільниці за витратами фізичної енергії відносяться до категорії середньої тяжкості Па. У таблиці 4.1 приведені прийняті проектом значення параметрів мікроклімату для двох періодів року.

У таблиці 4.2 приведений перелік шкідливих речовин, вживаних у виробництві в якості сировини, що виділяються в процесі зберігання і переробки, з короткою характеристикою токсичності.

Таблиця 4.1 - Норми параметрів мікроклімату ділянки

Період року	Категорія робіт	Температура, $t, ^\circ\text{C}$.	Вологість повітря, $W, \%$.	Швидкість руху повітря, м/с.
Холодний	Па	18-20	40-60	0,2
Теплий	Па	21-23	40-60	0,3

Температура устаткування не повинна перевищувати більш ніж на 2°C межі оптимальних величин температури повітря $t_n = t_{opt} + 2^\circ\text{C}$.

Для холодного $20-22^\circ\text{C}$, для теплого $23-25^\circ\text{C}$.

Таблиця 4.2 - Коротка санітарна характеристика виробництва

Назва виробничої ділянки	ШР, причини їх виділення	Група ШР характеристика шкідливого впливу	ГДК ВВ в повітрі робочої зони, мг/м ³	Клас небезпеки ШР	Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Засоби долікарської допомоги	Методи контролю вмісту ШР в повітрі робочої зони	Клас виробництва відповідно до СН 245-71	Санітарна група виробничого процесу згідно СНіП
Цех облату і формування	Пил, що містить від 10 до 70% SiO ₂ , що виділяється при обдуванні і шліфовці.	Подразнюючі силікоз, кон'юнктивіт	4	3	Респіратор РН-16, РПП-1, спецодяг ГОСТ 12.4.099-80	Промивка великою кількістю води очей	2 рази на місяць піломіром ИЗВ-1 або ПРИЗ-2М	IV	IV
	Природний газ, виділяється при пошкодженні Трубопроводу	Загально токсичні. Викликає розлад ЦНС	15	3	Протигаз КП-8 ГОСТ 12.4.011-75	Винесення, що постраждав на свіже повітря	Гравіметричний		
Масозаготовительна ділянка	Глиноземний пил містить від 10 до 70% SiO ₂	Подразнюючі Викликають: пневмоконіоз кон'юнктивіт	20	4	Респіратор РН-16, РПП-1, спецодяг ГОСТ 12.4.099-80	Промивка водою очей, носа	2 рази на місяць піломіром ИЗВ-1 або ПРИЗ-2М		
	Пил глини при завантаженні в бункер і кульовий млин	Подразнюючі Викликають: пневмоконіоз кон'юнктивіт	10	3	Респіратор РН-16, РПП-1, спецодяг ГОСТ 12.4.099-80	Промивка водою очей, носа	2 рази на місяць піломіром ИЗВ-1 або ПРИЗ-2М		

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов на проектованому підприємстві, прийнято:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт, дистанційне керування, безперервність процесу;
- теплоізоляція устаткування, апаратів, комунікацій та інших джерел, випромінюючих на робочі місця тепло;

Проектом передбачена загальнообмінна і місцева витяжна система вентиляції і комбінована вентиляція, аерація. Схема вентиляції «зверху - вгору». Контроль повітрообміну – $E=300$ кВт/м. Кратність повітрообміну складає 5 годин^{-1} . Передбачені проектом, герметизація устаткування і її аспірація, установка витяжних парасольок на ділянці масозаготівлі та пресування. З метою зниження запилення проводять вологе прибирання, приміщень промисловими пилосмоками.

Для підтримки сприятливих умов в дільниці прийнято проектом вентиляцію і аспірацію, відділення забезпечують автоматами для води. У холодну пору року передбачено центральне опалювання робочих приміщень.

Розрахунок аерації дільниці

Визначаємо температуру повітря, верхньої зони приміщення:

$$t_{\text{уд}} = t_{\text{нар}} + \frac{t_{\text{нар}} - t_{\text{р.з.}}}{m}$$

де $t_{\text{нар}}$ – температура повітря ззовні,

Для Києва в теплий період $t=23,5^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{вн}}$ - температура внутрішнього повітря; $t_{\text{вн}}=25^{\circ}\text{C}$.

$t_{\text{р.з.}}$ - температура повітря, що надходить у робочу зону.

$$t_{\text{р.з.}} = t_{\text{нар}}; t_{\text{р.з.}} = 23.5^{\circ}\text{C}$$

m - коефіцієнт, приймаємо рівним 0,53.

Визначаємо щільність повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}; \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$$

$$t_{\text{уд}} = 23.5 + \frac{25 - 23.5}{0.53} = 26.3^{\circ}\text{C}$$

$$\rho = \frac{353}{23.5 + 273} = 1.191; \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$$

$$\rho = \frac{353}{26.5 + 273} = 1.179; \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$$

Розподілений тиск визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_{1,2} = h * (\rho_{\text{нар}} - \rho_{\text{уд}})$$

де h - відстань між осями прорізів; h=10 метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 * (1,191 - 1,179) = 0,12 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}\right)$$

$$\Delta\rho_1 = 0,2 * 0,12 = 0,024 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}\right)$$

B - частина різниці тисків, що використовується на прохід повітря через приточні прорізи, B=0,4

$$\Delta\rho_2 = 0,4 * 0,024 = 0,0096 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}\right)$$

Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{\text{прит}}$ і площу прорізів ліхтаря $F_{\text{фон}}$

$$F_{\text{прит}} = \frac{G_{\text{прит}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * g * \rho_{\text{нар}}}{\xi_1} * \Delta\rho_1}} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9.8 * 1.191}{3.7} * 0.024}} = 29.98 (\text{м}^2)$$

$$F_{\text{прит}} = \frac{G_{\text{уд}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * g * \rho_{\text{нар}}}{\xi_2} * \Delta\rho_2}} = \frac{30000}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9.8 * 1.179}{4.1} * 0.0096}} = 11.33 (\text{м}^2)$$

де $G_{\text{прит}}$ - кількість повітря, що повинне надходити в приміщення;

$G_{\text{уд}}$ - кількість повітря, що видаляється.

4.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В 25-28-06, роботи в дільниці за зоровими умовами відносяться до розряду VIIІа. Проектом прийнято природне, штучне і суміщене освітлення.

Природне освітлення є комбінованою системою поєднання верхнього і бічного освітлення.

Штучне освітлення представлено системою загального рівномірного освітлення, при якій світильники розміщуються у верхній зоні приміщення.

У проекті підприємства розроблена: аварійна, евакуаційна і ремонтна системи штучного освітлення.

Таблиця 4.3 – Санітарні норми параметрів освітлення.

Характер зорових робіт	Штучне освітлення	Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Освітленість, лк	Санітарні норми параметрів освітлення			
	При загальному освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При бічному освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При бічному освітленні
VIIIa	75	1	0.3	0.7	0.2

Для штучного освітлення застосовуються люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ. Згідно ДБН В. 2.5-28-06, прийнята напруга 220В. При відключенні робочого освітлення передбачено аварійне освітлення.

Місцеве освітлення робочих місць здійснюється світильниками типу ПВЛ-6.

Стіни і стелі забарвлені в світлі тони, внутрішні поверхні огорож і небезпечні елементи механізмів – в червоний.

Освітлення контролюється за допомогою люксметра Ю-116 або Ю-117 не менше одного разу на рік, а також після ремонту освітлювальних пристроїв.

4.1.3 Виробничий шум і вібрації

Виробничий шум виникає в результаті роботи технологічного устаткування на ділянці масозаготовки. Шуми носять постійний характер. Допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях, згідно ДСН 3.3.6 037-99 не повинен перевищувати 80 дБА. На території підприємства рівень шуму складає 80 дБА, в дільниці з виробництва цегли-65дБА, що задовольняє вимогам. Джерелом вібрації є насоси, преса, відсікачі.

Таблиця 4.4 - Допустимих рівнів вібрації на робочих місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середнегеометричними частотами, Гц					
	2	4	8	16	31,5	63
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	1,3/108*	0,45/99	0,22/93	0,2/92	0,2/92	0,2/92

*У чисельнику представлені середньоквадратичні значення вібрації, $\text{м/с} \times 10^{-2}$; у знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБА.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої – перегородки і екрани, які встановлюють між джерелом шуму і робочим місцем; об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над шумними агрегатами, а також засоби індивідуального захисту – навушники.

Для зниження рівня вібрації використовуються сталеві пружинні амортизатори. Для усунення вібрації під віброактивним устаткуванням передбачена ізоляція фундаментів від несучих конструкцій і інженерних комунікацій із застосуванням вібропоглинаючих гумових покриттів і мастик.

Для вимірювання і аналізу шуму прийнято проектом шумометри Шум-1М, ШМ-1, частотні аналізатори. Для контролю вібрації прийнято проектом віброметр ВМ-1 з октавним фільтром ФЭ-2, прилад ВШВ-003.

4.1.4 Електробезпека

Заводське електроустаткування живиться від трифазної чотирьохпровідної електромережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Для змінного струму з частотою 50Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі $I_{\text{л}} = 6\text{мА}$, $U_{\text{дот}} = 36\text{В}$; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_{\text{л}} = 0,3\text{мА}$, $U_{\text{дот}} = 2\text{В}$. Згідно ГОСТ 12.1.038-92, порівнюють розрахункові значення із

гранично допустимим значенням струму:

$$I_n = \frac{U_\phi \cdot 10^3}{R_n + R_o}, \text{mA};$$

де R_n – опір тіла людини, Ом;

R_o - опір нейтралі заземлення, Ом;

U_ϕ - фазова напруга, В.

$$U_o = I_n \cdot R_n \cdot 10^3, \text{В};$$

$$R_n = 2 \dots 4 \text{ кОм}; \quad R_o = 4 \text{ Ом};$$

$$I_n = \frac{220 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А};$$

$$U_o = 0,05 \cdot 4000 = 220 \text{ В}.$$

Ураження людей електричним струмом може виникнути в результаті дотику до відкритих струмоведучих частин, до струмопровідних неструмоведучих елементів устаткування, що опинилися під напругою в

результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою та через електродугу.

Для забезпечення безпеки роботи, в діючих електроустановках передбачається комплекс заходів:

- застосування огорож для захисту і ізоляції частин електроустаткування. Відкриті струмоведучі частини електроустаткування захищені сіткою;

- застосування занулення устаткування;

- захист електропроводки від механічних пошкоджень прокладкою проводів в трубах, схованої у метало рукавах;

- установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища; закриті пиленепроникні електродвигуни;

- захисні засоби, діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, показчики напруги, діелектричні галоші, що ізолюють підставки.

4.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування устаткування

На підприємстві знаходитиметься устаткування з рухомими деталями, до таких відносяться дробарки, вальці, змішувачі.

До устаткування, відносно якого висуваються підвищені вимоги з виробничої безпеки, відносяться теплові агрегати, що працюють на газоподібному паливі. Природний газ легко запалюється і вибухонебезпечний у суміші з повітрям, при неповному згорянні палива виділяється сильно отруйний газ СО. Витік природного газу приводить до витіснення кисню повітря в робочій зоні приміщення.

Для усунення небезпеки отримання травм рухомі частини устаткування захищені сітчастими металевими огорожами. Вальці обладнані блокуванням що автоматично відключає привід з подачею звукового сигналу при заклинюванні валків і перевантаженні електродвигуна. Стрічкові конвейєри захищені від приводних і натяжних барабанів, які блокуються з приводом. На підприємстві для захисту робітників від деталей, що обертаються, і частин устаткування застосовуються сітчасті стаціонарні огорожі.

При експлуатації вантажопідйомних машин не передбачено піднімати вантажі, маса яких перевищує допустиму вантажопідйомність, одночасно піднімати вантаж і людей, піднімати вантаж в нестійкому положенні.

Припливні і витяжні канали тунельних сушарок перекриті металевими ґратами. Двері сушарок ущільнені прокладками з негорючих матеріалів. Трубопроводи подачі теплоносія захищені та ізольовані, щоб виключити опіки робітників при обслуговуванні сушарок. Завантажувальні та розвантажувальні кінці тунелів оснащені звуковою і світловою сигналізацією.

Рухомі частини розташовані нижче 2м від підлоги і захищені захисними сітками, кожухами. Для переходу передбачено перехідні мости. Шлях руху транспортних засобів захищений.

Піч оснащена системою автоматичного відключення газу при відхиленні одного з параметрів: тиску газу, напруги в мережі, тиску повітря, розрідження в каналі печі.

4.2 Пожежна безпека

На проектованій ділянці заводу горючими елементами є дерев'яні двері, вікна, шафи з одягом, також може мати місце витік природного газу.

Джерелами спалаху можуть бути: іскри електрозамикання, заряди статичної електрики (що утворюються під час тертя в пасових передачах, при русі пило повітряної суміші в трубах і апаратах, та ін.), електродуга ланцюгів, перегрів електроустаткування. Причинами загоряння може бути руйнування кабелю, проводки, як наслідок короткого замикання.

У таблиці 1.5 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів, і класифікація ділянки з пожежо-, вибухонебезпечністю

Таблиця 4.5 - Показники пожежо-, вибухонебезпечності речовин і матеріалів

Найменування ділянок, приміщень, зовнішніх ділянок і матеріалів	Речовини, що використовуються у виробництві, хімічний склад	Агрегатний стан речовини при нормальних умовах	Горючість, займистість, вибухонебезпечність	Показники пожежо- і вибухонебезпечності			Вибухонебезпечні суміші з повітрям		Вогнетушильні засоби
				Температура спалаху	Температура запалення	Т самозапалення	категорія	група	
Ділянка сушіння й випалу	Природний газ	газоподібне	Горючий, вибухонеб. Легко спалах.		При $p=0.1\text{МПа}$	640	IIA	T1	Інертн. газ
	СО	газ	горючий				IIA	T1	Ін. г
Склад	Полівинил хлорид	Тв.	горючий		560				Вуглек. вогнегасник. ВВ - 5
	Машинне масло	рід.	горючий	200	160-191	380	ІІБ		Пінний вогнегасник (ВХП-10)

Проектом передбачені наступні заходи пожежної безпеки: встановлені внутрішні протипожежні водопроводи, пожежні крани згідно СНіП 2.09.02-85; пінні вогнегасники ВХП-10; є ємності з піском, пожежні щити; вмонтована сигналізація з датчиками РП-50 і СТХ-174; захист ізоляції від теплової і механічної дій; заходами захисту від статичної електрики є: заземлення виробничого обладнання, резервуарів, трубопроводів; нейтралізація шляхом зволоження або йонізації повітря. Для захисту від прямого удару блискавки в будівлю, передбачено систему стрижньових блискавковідводів.

При проектуванні ділянки передбачені заходи розширення, що запобігають вогню: розділ спорудження протипожежними перекриттями на

відсіки, обладнані протипожежні перешкоди у вигляді гребенів, козирків, бортиків, обладнані протипожежні двері. На технологічному устаткуванні (сушило, піч, газопроводи) передбачене застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Вони спрацьовують при підвищенні тиску понад установлені межі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

Для запобігання витоків природного газу з газопроводу їх періодично випробовують на герметичність (місце витoku газу визначають мильним розчином або приладом «Рутик» та ін).

На газовикористовуючих апаратах установлюються КВП, для виміру наступних параметрів: тиск газу в пальниках після останнього пристрою, що відключає, тиск повітря в повітропроводі до пальників після останньогошибера; розрідження й температуру в печі.

Газопроводи усередині дільниці мають систему продувних труб із запірними пристроями. Продувні труби (свічі) від печей з'єднують у загальну вивідну свічу. Газ, що пропускається через свічу, витісняє повітря з газопроводу, що усуває можливість утворення вибухонебезпечної суміші газу й повітря.

Оглядові люки оснащені заслінками, що щільно закриваються, щоб уникнути викидів полум'я.

Газ до пальників підводиться через електронні клапани, які припиняють подачу газу при будь-якій аварійній ситуації. Регулювання співвідношення газ-повітря здійснюється автоматично, шляхом зміни кількості повітря, що подається на горіння до відповідної групи пальників залежно від витрати газу.

Пуск і припинення роботи газових агрегатів є дуже відповідальними операціями і вони проводяться згідно з відповідними інструкціями. До обслуговування газофікованих агрегатів допускаються особи, які пройшли перевірку знань і мають посвідчення на право роботи на агрегатах.

4.2.3 Аналіз небезпеки об'єкта

Згідно Положення «Про план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій», наш об'єкт можна віднести за рівнем небезпеки до категорії «Б».

На підприємстві використовується алюмінієва пудра, яка є легкозаймистою речовиною та обладнання з небезпечним режимом роботи – автоклав. Для запобігання самозаймання алюмінієвої пудри її поставляють в парафіновій оболонці і зберігають таким до використання у технологічному процесі.

Можливі причини виникнення аварій: вихід параметрів за критичні значення автоклаву (різке підвищення температури чи тиску), знос матеріалу (зношення ключових деталей автоклаву, які можуть привести до розгерметизації), помилка ремонтного чи обслуговуючого обладнання, дії зовнішніх факторів, дії вражаючих факторів аварії суміжних виробництв (пожежа на суміжних територіях).

Причинами вибуху автоклавів можуть бути підвищення тиску пари в робочому просторі вище допустимого, покриття іржею стінок котла, накопичення товстого шару накипу на стінках котла, попадання жиру в живильну воду, несправність манометра і запобіжного клапана, залишення автоклава без нагляду, робота на автоклаві ненавченого робітника.

Всі наведені причини можуть призвести до розгерметизації чи руйнування автоклаву, що приведе до утрати вакууму, утворення вибухової чи горючої фази та вибуху автоклаву. Вибух автоклаву приводить до травмування персоналу, руйнування частини приміщення та до виникнення пожежі на підприємстві. Враховуючи такий сценарій розвитку аварії, її можна віднести до рівня А.

Ліквідаційні роботи після вибуху автоклава: ліквідація вогнищ спалаху (якщо такі є), знеструмлення всіх апаратів, надання медичної допомоги постраждалим, з'ясування причин аварії, ліквідація пошкоджень в будівлі і апаратурі.

Площа приміщення повинна відповідати протипожежним нормам і вимогам будівельних норм і правил. Приміщення автоклавної повинно мати природне освітлення, кватирки і вентиляцію. Двері автоклавної повинні відкриватися тільки назовні і не замикатися на ключ під час роботи. Засклені двері не дозволяються. Підлога в приміщенні повинен бути з не струмопровідного матеріалу. Автоклав встановлюють на відстані не менше 0,8 м від стіни. Кожен з автоклавів має запобіжний та аварійний клапани.

Оцінка обладнання сховищ

Оцінювання захисних споруд за місткістю

Вихідні дані:

На заводі є такі захисні споруди з паспортними даними кількість працівників найбільшої зміни $N = 605$ ос., (КБ – 20 ос., механічний цех – 270 ос., шліфувальний цех – 230 ос., столярний цех – 85 ос.).

Таблиця 4.3.1 - Характеристики захисних споруд заводу

Тип, номер захисної споруди	Площа приміщень, м ²				Висота приміщень	Аварійний вихід
	Для людей з санітарним постом	Допоміжних				
		ФВП, санвузли	Для продуктів	Тамбур шлюз		
ПРУ 1	15	4	—	—	2,15	є
Сховище 8	165	57	—		2,15	є
Сховище 12	165	57			2,15	є

Виявляємо наявність основних і допоміжних приміщень, відповідність їх розмірів нормам об'ємно-планових рішень і визначаємо потрібні площі, яких не вистачає:

- а) ПРУ №1 відповідає нормам;
- б) сховище № 8 відповідає нормам
- в) сховище № 12 відповідає нормам.

Визначаємо розрахункову місткість захисних споруд за площею до і після дообладнання їх:

а) ПРУ: $M_{\text{пру}} = 15/0,5 = 30 \text{ ос.};$

б) сховище № 8: приміщення для людей: $M_{\text{пр}} = 165/0,5 = 330 \text{ ос.};$

в) сховище № 12: $M_{\text{пр}} = 165/0,5 = 330 \text{ ос.};$

Визначаємо розрахункову місткість за об'ємом приміщень:

а) ПРУ: $M_{\text{пру}} = \frac{(15+4) \cdot 2,15}{1,5} = 27 \text{ ос.};$

б) сховище № 8: $M_8 = \frac{(165+57+10) \cdot 2,15}{1,5} = 332 \text{ ос.}$

в) сховище № 12: $M_{12} = \frac{(165+57+10) \cdot 2,15}{1,5} = 332 \text{ ос.}$

Фактичну розрахункову місткість беруть за площею приміщень (менше за значенням), тобто ПРУ №1 – $M_{\text{пру}} = 27 \text{ ос.};$ сховище № 8 – $M_8 = 330 \text{ ос.};$ сховище № 12 – $M_{12} = 330 \text{ ос.}$

Визначаємо загальну розрахункову місткість (всіх захисних споруд на заводі):

$$M_{\text{заг}} = 27 + 330 + 330 = 687 \text{ ос.}$$

Визначаємо коефіцієнт місткості:

$$K_m = \frac{687}{605} = 1,135$$

Визначаємо потрібну кількість нар у приміщеннях для людей (H).

Висота приміщень ($h = 2,4 \text{ м}$) дозволяє встановити двох'ярусні нари (одні нари на 5 ос.):

а) у ПРУ: $H_{\text{пру}} = 27/5 = 5 \text{ нар};$

б) у сховищі № 8: $H_8 = 330/5 = 66 \text{ нар};$

в) у сховищі № 12: $H_{12} = 330/5 = 66 \text{ нар.}$

– Оцінювання систем життєзабезпечення захисних споруд

Оцінювання системи повітропостачання

Вихідні дані:

а) об'єкт розташований в І кліматичній зоні;

б) система повітрозабезпечення включає: у сховищі № 8 – 3 комплекти ФВК-2; сховищі № 12 – 3 комплекти ФВК-2;

в) можливості одного комплексу V за режимом I – 1200 м³/год; за режимом II – 300 м³/год;

г) зараження атмосфери чадним газом на об'єкті не очікується.

Визначаємо, які режими роботи має забезпечувати система повітропостачання. Через те, що на об'єкті не очікується зараження атмосфери чадним газом, система повітрозабезпечення повинна забезпечити роботу в двох режимах: «Чистої вентиляції» (режим I) і «Фільтровентиляції» (режим II).

Норма подавання повітря (W_1) на одну людину становить: у режимі I – 13 м³/год (I зона), у режимі II – 2 м³/год.

Визначаємо можливості системи:

а) у режимі I («Чистої вентиляції») за наявною кількістю ФВК (n):

$$\text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_1}{W_1} = \frac{3 \cdot 1200}{13} = 276 \text{ ос.};$$

$$\text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_1}{W_1} = \frac{3 \cdot 1200}{13} = 276 \text{ ос.};$$

б) у режимі II («Фільтровентиляції»):

$$\text{– у сховищі № 8 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_2}{W_2} = \frac{3 \cdot 300}{2} = 450 \text{ ос.}$$

$$\text{– у сховищі № 12 } N_{\text{пов}} = \frac{nV_2}{W_2} = \frac{3 \cdot 300}{2} = 450 \text{ ос.}$$

Визначаємо показник, який характеризує захисні споруди за повітрозабезпеченням людей у режимі I (за найменшими можливостями):

$$K_{\text{ж.з.Пов}} = \frac{N_8 + N_{12}}{N} = \frac{276 + 276}{605} = 0.91,$$

де N_8, N_{12} – кількість людей, що можуть бути забезпечені в межах розрахункової місткості сховищ № 8 та 12 (але не більше).

Оцінювання системи водопостачання

Вихідні дані:

– аварійний запас води в проточних баках місткістю 2 300 л у сховищах № 8 і 12 становить $W_{\text{о. вод}} = 2\,300$ л;

– тривалість укриття людей $T = 3$ доби;

– норма запасу питної води на одну людину за добу $W_1 = 3$ л.

Визначаємо можливості системи із забезпечення водою в аварійній ситуації:

$$- \text{у сх. № 8} \quad N_{\text{вод}}^8 = W_{\text{вод}} / W_1 T = 2300 / 3 * 3 = 255 \text{ ос.}$$

$$- \text{у сх. № 12} \quad N_{\text{вод}}^{12} = W_{\text{вод}} / W_1 T = 2300 / 3 * 3 = 255 \text{ ос.}$$

Визначаємо показник життєзабезпечення водою:

$$K_{\text{жз.вод.}} = (N_8 + N_{12}) / N = (255 + 255) / 605 = 0.84$$

Можливості захисту обмежені недостатньою продуктивністю систем повітропостачання і малою ємністю аварійного запасу води. Для забезпечення надійного захисту всіх робітників і службовців потрібно:

- встановити додатково по одному комплекту ФВК-1 в системах повітропостачання сховищ № 8 і 12;

- встановити додаткові ємності для аварійного запасу води: у сховищі № 8 і у сховищі № 12 – 675 л.

5 СТАРТАП-ПРОЕКТ

Стартап - це тільки що створена компанія (можливо навіть не є юридичною особою), яка знаходиться на стадії розвитку і будує свій бізнес на основі нових інноваційних ідей, або на основі технологій, які нещодавно з'явилися. Однією з основних причин створення, успішного розвитку та подальшого існування стартапів вважають неповороткість і повільність великих корпорацій, які успішно використовують уже наявні продукти, а розробкою і створенням нових майже не займаються. Тому стартапи, завдяки своїй мобільності в плані втілення нових ідей складають конкуренцію великим корпораціям.

Основним ресурсом для створення нового стартапу служить хороша новаторська ідея. Власне за свіжими і незвичайними ідеями женеться більшість і часто, купуючи їх, не шкодують великі суми грошей. Сама ідея, що не має ніякого матеріального втілення, а існує тільки на папері, або "на словах" (план стартапу), може коштувати дуже багато. Іншим фактором успішності цієї ідеї є її затребуваність (ступінь необхідності для споживача), адже ідея може бути незвичайною і новою, але користі від неї буде мінімум. Що стосується України, існує дуже багато різних компаній, які надають свої послуги у вигляді навчання і натхнення, мотивації до успіху підприємців, молоді та дітей. Це дуже зручно і вигідно, тому що людині допомагають реалізувати свій бізнес професіонали. Але будь-який бізнес вимагає зазвичай вкладення чималих коштів, які в нашій країні, знайти дуже важко, враховуючи те, що банківська система в Україні надає жорсткі умови кредитування, а знайти інвесторів і зацікавити в нашій небагатій країні складно, а також існують ризики і тиск з боку конкурентів і влади.

5.1 Резюме

Бізнес ідея – керамічний камінь з покращеними теплоізоляційними властивостями з додаванням піноскла. Піноскло- — скло з комірчастою (пористою) структурою; вид теплоізоляційного матеріалу і звукопоглинального та будівельного (конструкційного) матеріалу. Піноскло характеризується малою об'ємною масою, низькою теплопровідністю і водопоглинанням, високою механічною міцністю, вогнестійкістю, морозостійкістю і стійкістю до хімічно агресивних середовищ.

Технологія виробництва: в якості сировини використовують глину. Для зниження середньої щільності кінцевого виробу, а також поліпшення технологічних характеристик продукції в глину додається 50% вигоряючої добавки. На глинорозтираючі машинки суміш зволожується і додатково змішується в дробарці. Потім суміш проходить через кілька валкових дробарок. На цьому етапі пропонується добавляти відходи піноскла. Етап формування заготовок здійснюється на вакуумному пресі-екструдері. Суміш проходить через глинорозтиратель і двовальний змішувач, а потім транспортується в камеру преса. Звідти суміш видавлюється у вигляді бруса. Далі брус з глини піддається розрізці за допомогою високоміцних металевих струн. Нарешті, виріб укладають на сушильну вагонетку і відправляють в сушарку. Останній етап - транспортування в тунельну піч. Кінцевий виріб охолоджують і загортають в стреч або термоусадну плівку.

Джерела сировини: для виробництва даного виду керамічного каменю використовується суглинок Добровольського родовища Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області , а також відходи центральної

збагачувальної фабрики «Червоноградська». Піноскло: «НПП Технологія» м. Шостка.

Метою стартапа є задовольнити потребу в матеріалі з покращеними теплоізоляційними властивостями, запровадження нового виду керамічного каменю, розширити асортимент товарів та створити продукцію, яка задовольняла потреби споживача.

Суб'єктом замовлення є фізичні особи, підприємства сфери будівництва та оптової і роздрібної торгівлі

Об'єкт дослідження: керамічний камінь.

Місце ідеї в ланцюжку цінностей інноваційного процесу:

- ідея на стадії виробництва;
- продукція на стадії експлуатації.

Бізнес-модель стартапу: B2B.

КВЕД: С 23.70 Різання, оброблення та оздоблення декоративного та будівельного каменю.

Прототипи ідеї: керамічний камінь. Аналоги: цегла силікатна, цегла клінкерна, гіперпресована цегла. Ціна аналогів від 3.29 грн/шт.

Конкурентні переваги: більш висока механічна міцність; менше водопоглинання, відсутня повзучість (тобто деформація під впливом навантаження); більш зручний монтаж (в порівнянні з цеглою), відмінні тепло- і звукоізоляційні властивості, висока морозостійкість.

Конкурентом- іноземцем на ринку є «Leier», «Porotherm». Ціна керамічного каменю без покриття від 10 грн/шт.

Вітчизняним конкурентом є "Закарпатська Будівельна Кераміка" , «СБК-Озера». Ціна- від 8 грн/шт.

Для першого етапу реалізації планується пробний випуск 13,5 мл.шт. на рік для українських будівельних компаній, приватних осіб, в подальшому планується вихід на міжнародний ринок.

Споживачі - це приватні підприємства сфери будівництва та сфери оптової і роздрібною торгівлі (багатопрфільні), що знаходяться на території України у великих містах та мають долю іноземного капіталу з безперервною організацією виробничого процесу незалежно від сезону. А також,споживачі віком від 18 років з середнім рівнем заробітку.

*Виробничий персонал:*генеральний директор, секретар, головний бухгалтер, начальник лабораторії, головний технолог, технолог,лаборант, начальник дільниці,головний інженер, механік, апаратник машин , слюсар, електрик, начальник складу – це кваліфіковані робітники III та IV розрядів та висококваліфіковані V та VI розрядів.

Касир, пакувальники, операторів, водії, вантажники, вахтери, прибиральниці – можуть бути малокваліфіковані – ті, що мають I та II розряди та некваліфіковані.

Таблиця 5.1 Сукупні витрати

Обсяг	13,5 млн шт/рік
Заробітна плата із нарахуванням	4728720 грн/рік
Витрати на електро-енергію	6222492,55 грн/рік
Витрати на тепло	3322944 грн/рік
Витрати на газ	32973783,09 грн/рік
Витрати по сировині	22534,203 грн/рік
Амортизація	646872 грн
Собівартість продукції	64829015

АНАЛІЗ ЗОВНІШНЬОГО ТА ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА СТАРТАПУ

Зовнішнє середовище

Табл. 5.1 Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Сфера	Загрози	Можливості
Політика	Нестабільність політичної влади, що може спричинити конфліктну атмосферу	Взаємовигідна співпраця державних установ з приватним підприємством
Економіка	Зміна валютних курсів, підвищення податків Висока інфляція Збільшення цін на транспортні перевезення Несприятливий діловий клімат	Розповсюдження продукції в інших країнах, на нових ринках продажу
Географія	Стихійні лиха в межах географічної області	Можливість використання природних ресурсів в межах області (сировина, вода з природних водойм)
Демографія	Нестача робочої сили в регіоні Зниження рівня освіти	Високий рівень потоку робочих кадрів
Культура	Виникнення культурно-національних конфліктів між персоналом	Налагодження стосунків в інтернаціональному колективі, що спричинить здорову робочу атмосферу та підвищить продуктивність праці.
НТП	Можливість морального старіння обладнання та технології виготовлення продукції. Зменшення термінів амортизації.	Висока кваліфікація персоналу, поява нового економічно вигідного обладнання

До факторів зовнішнього оперативного середовища відносять конкурентів, постачальників, посередників, споживачів.

Табл. 5.2 – Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

Сфера	Переваги	Недоліки
Споживачі	1. При появі споживачів як фізичних осіб виникає перспектива появи нової роздрібно-мережної торгівлі 2. Співпраця як з великими будівельними фірмами/магазинами, так і персонально з кожним покупцем	1. Неможливість швидкого реагування на запити споживачів 2. Не високий попит на продукцію на початку 3. Відданість більш відомим маркам
Постачальники	Вибір найоптимальніших постачальників за принципом «ціна-якість»	Перебої в постачанні призводять до збільшення собівартості продукції
Конкуренти	Зменшення попиту у випадку більшої доступності, функціональності або якості конкурентного продукту.	Середня ціна товару та контроль ринку конкурентами є перешкодою у встановленні вигідної позиції при збуті товару Використання конкурентами більш сучасного обладнання
Посередники	Наявність великої кількості посередників дозволяє суттєво зменшити кількість персоналу	Мають місце постійний контроль за посередниками та питання укладання вигідних договорів.

Вплив зацікавлених сторін на основі аналізу зовнішнього середовища (табл. 5.3) для визначення потенційних загроз впроваджені розробки, формуванні ризиків стартап-проекту (інноваційної розробки).

Таблиця 5.3 Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Вплив її на реалізацію проекту	Цікавість її до проекту	Загальний коефіцієнт впливу на проект
Суб'єкти зовнішнього оперативного середовища			
Виробник: «СБК-Озера»	5	5	25
Постачальник: ТОВ «Технологія»	5	5	25
Споживачі: Виробництво	5	3	15
Посередники: Реклама в Інтернеті	5	3	15
Зовнішнє середовище			
Політичні структури: Міська рада	3	3	9
Суб'єкти економічного середовища: Фінансові корпорації			
Власники географічних об'єктів: Директор залізниці	5	5	25
Суб'єкти демографії Люди похилого віку	4	5	20
Суб'єкти культурного середовища Субкулкультури	1	1	1
Суб'єкти НТП Університети	5	4	20

Аналіз внутрішнього середовища підприємства забезпечує визначення сильних та слабких сторін в процесі реалізації стартап-проекту, що саме буде сприяти забезпеченню розробки, впровадженню, а що створюватиме перешкоди (ризики) в розробці, впровадженні та реалізації ідеї стартап-проекту (табл. 5.4).

	Переваги	Недоліки
Організаційна структура	<ul style="list-style-type: none"> • Раціональна організаційна структура; • використання переваг організаційно-правових форм організації бізнесу 	<ul style="list-style-type: none"> • Неефективний менеджмент; • незнання переваг організаційно-правових форм організації бізнесу
Персонал	<ul style="list-style-type: none"> • Власна база підготовки кадрів; • обмеження в мобільності населення 	<ul style="list-style-type: none"> • Висока плінність кваліфікованих кадрів
Виробництво	<ul style="list-style-type: none"> • Можливість розширити виробничих потужностей; • світовий рівень якості продукції; • ефективна система контролю якості • сприятливість до нових розробок 	<ul style="list-style-type: none"> • Швидко старіючі виробничі потужності; • велика енергоємність і матеріаломісткість продукції
Маркетинг	<ul style="list-style-type: none"> • Цінові переваги на зовнішньому ринку 	<ul style="list-style-type: none"> • Відсутність коштів на вивчення конкретних потреб ринку; • брак коштів на рекламу
Фінанси	<ul style="list-style-type: none"> • Достатні фінансові ресурси 	<ul style="list-style-type: none"> • Нестаток оборотніх коштів

Визначення ключових факторів успіху проекту

Для виробництва декорованої керамічної цегли важливими є такі характеристики: ціна, теплоізоляція, легкість монтажу, довговічність, екологічність.

Конкурентами є "Закарпатська Будівельна Кераміка" , «СБК-Озера».

Методом експертного опитування оцінено від 1 до 5 балів кожену характеристику для нашої продукції і для конкурентів та сформовано зведену таблицю оцінки характеристик продукції (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Оцінка характеристики за методом Шонфільда

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	СБК	ЗБК
Ціна	0,2	5	4	4
Теплоізоляція	0,17	5	3	3
Легкість монтажу	0,2	5	4	3
Довговічність	0,2	4	5	3
Екологічність	0,23	5	5	5

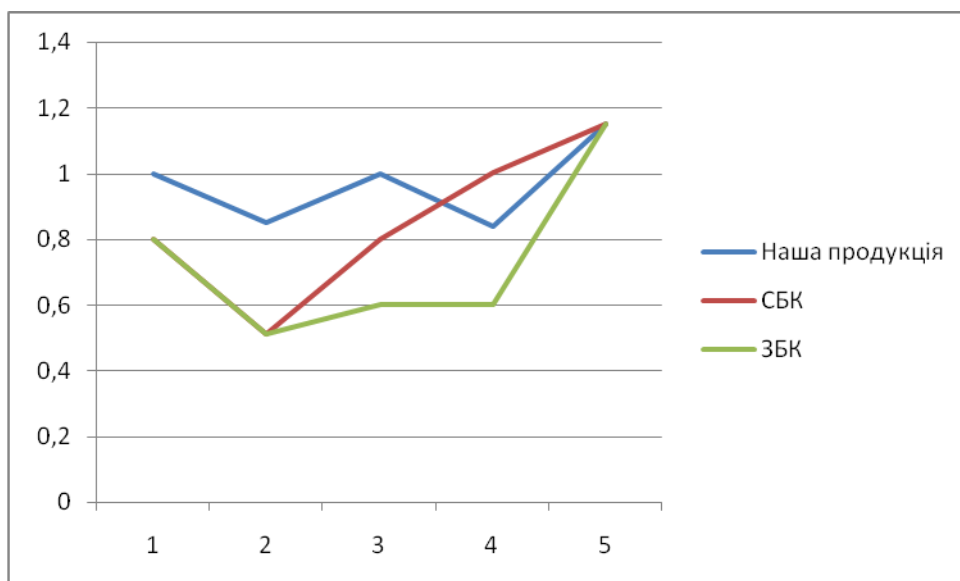
З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики бальна оцінка кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів:

Таблиця 5.6

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	СБК	ЗБК
Ціна	1	0,8	0,8
Теплоізоляція	0,85	0,51	0,51
Легкість монтажу	1	0,8	0,6
Довговічність	0,8	1	0,6
Екологічність	1,15	1,15	1,15

На підставі отриманих бальних оцінок будуюмо графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (рис.5.1).

Рисунок. 5.1 Графік порівняння конкурентних переваг



Відповідно до отриманих результатів вагомими перевагами продукції нашого підприємства є вигідна ціна, теплоізоляція, легкість монтажу. За показником «довговічність» конкурентом нашої компанії є «СБК».

Падіння на позиції «довговічність » можна пояснити тим, що продукція покривається піносклом.

Таким чином, наше підприємство повинно підтримувати обрану цінову позицію та зосередити увагу на програваних моментах, таких як довговічність.

На основі аналізу зовнішнього середовища та зовнішнього оперативного середовища можливі варіанти розвитку ідеї стартап проекту, та визначити перспективний розвиток ідеї стартап-проекту (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Варіанти розвитку ідеї стартапу

Варіант	Стислий опис можливого розвитку
1. Позитивний	Стартап буде успішний.
2. Нейтральний	Стартап потребує допрацювань .
3. Негативний	Стартап не можливо втілити в життя.

Визначення потенційних споживачів

При виконанні дослідження потреб споживачів застосовували методи збору інформації спостереження.

Критерій	Значення
1. Юридична особа	
1. Форма власності	Приватне
2. КВЕД	С 23.70
3. За потужністю	Велике
4. За масштабом виробництва	Одиничне
5. За рівнем спеціалізації	Вузькопрофільне
6. За ресурсами, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
7. За чисельністю персоналу	Велике
8. За сферою діяльності	Комерційне, посередницьке
9. За приналежністю капіталу і контролю	Національні, міжнародні
10. За географічним розташуванням	Україна
11. За віддаленістю органів управління	Національні, міжнародні
Критерій	Значення
12. За характером господарської діяльності	Будівельні
13. За рівнем технологічної цілісності	Провідні, філії
14. За долею іноземного капіталу	Більше 10%
15. За формуванням статутного капіталу	Корпоративні
16. За організацією виробничих процесів	Безперервні
17. За роботою протягом року	Позасезонні
18. За географічним розташуванням на території України	Будь-яка
19. За наявністю вільних ОБЗ (коштів)	Наявні

20. За динамікою розвитку регіону розташування юридичної особи	Регіон- міста мільйонники; чисельність населення- біля мільйону осіб; динаміка зросту регіону – зростаюча; структура регіону – густонаселений; без правових обмежень торгівлі.
--	---

2. Фізична особа	
1. Вік	Від 18 років
2. За платоспроможністю	500 – 100 000 грн
3. За соціальним рівнем споживачів	Зарплата –від 10000грн Майно-нерухомість Є доступ до ресурсів
4. За способом життя	Психологічні, емоційні,соціальні, духовні,інтелектуальні звички,традиції, стереотипи поведінки
5. Тип особистості споживачів	Реаліст,традиціоналіст
6. За ставленням до товару	Мотивація до придбання –висока якість продукції без потреби в утепленні; пошук вигоди – економія коштів ; ставлення до товару – практичність; інформованість про товар – висока; інтенсивність споживання товару –середня
<ul style="list-style-type: none"> • Мотивація придбання • Пошук вигоди • Ставлення до товару • Інформованість про товар • Інтенсивність споживання товару 	
<ul style="list-style-type: none"> • За сімейними цінностями (склад сім'ї, рівень сімейного доходу, етап життєвого циклу сім'ї, традиції) 	Склад сім'ї – не важливо; рівень сімейного доходу – від 10 тис. грн.; етап життєвого циклу сім'ї – без різниці; традиції – не має значення
7. За співвідношенням бажання придбати і цінової межі	10 000 грн - 12 грн
8. За інтенсивністю споживання товару	Разове,періодичне,систематичне
9. За інформованістю	Реклама,ЗМІ,рекомендації

Таблиця 5.8 Клієнт і його потреби

Категорія клієнтів	Потреби, які він задовольняє за допомогою Вашого продукту
1. Фізична особа	Потреби в будівельному матеріалі
2. Юридична особа	Потреби в будівельному матеріалі

Визначення потенційного споживача дозволяє сформувати плановий обсяг випуску продукції за місяцями (за перший рік реалізації) – табл. 5.9

Таблиця 5.9 Запланований обсяг продукції (товарів, послуг)

		Січень, 2019	Лютий, 2019	Березень, 2019	Квітень, 2019	Травень, 2019
Запланований обсяг, шт.		1125000	1125000	1125000	1125000	1125000
Червень, 2019	Липень, 2019	Серпень, 2019	Вересень, 2019	Жовтень, 2019	Листопад, 2019	Грудень, 2019
1125000	1125000	1125000	1125000	1125000	1125000	1125000

Ціна інноваційної пропозиції на ринку

Визначення потенційного споживача дає можливість визначити ціну для ідеї, технології, методики на ринку (табл. 5.10).

Таблиця 5.10 Проектні ціни продажу ідеї, технології, методики, грн

Найменування товару	Планові обсяги продажу		Аналоги, прототипи	
	Кількість, од.	Ціна, грн/од.	Кількість, од.	Ціна, грн/од.
Керамічний камінь	13 500 000	12 грн/шт	10 000 000	13 грн/шт

Ціноутворення - це процес обґрунтування, затвердження та перегляду цін і тарифів, визначення їх рівня, співвідношення та структури.

Ціна, яку було встановлено для продажу сорбенту становить 5 грн/шт.

Порівняємо ціну за різними методами ціноутворення на ринку.

Методи ціноутворення, що ґрунтуються на врахуванні витрат називаються витратними.

Розглянемо **метод повних витрат**. Ціна розраховується, виходячи із суми постійних і змінних витрат на одиницю продукції й запланованого прибутку з урахуванням нижнього порогу ціни.

$$Ц = С + П,$$

де Ц – ціна одиниці товару, грн;

С – собівартість одиниці товару, грн;

П – величина прибутку, яку бажає отримати підприємство від реалізації одиниці товару, грн.

Собівартість одиниці продукції

Табл. 5.11 Сукупні витрати

Обсяг	13,5 млн шт/рік
Заробітна плата із нарахуванням	4728720 грн/рік
Витрати на електро-енергію	6222492,55 грн/рік
Витрати на тепло	3322944 грн/рік
Витрати на газ	32973783,09 грн/рік
Витрати по сировині	22534,203 грн/рік
Амортизація	646872 грн
Собівартість продукції	64829015

1. Собівартість - всі витрати підприємства на виробництво і реалізацію продукції у грошовому вигляді.

$$C = A + O\&3$$

$$C = 646872 + 64182143 = 64829015 \text{ грн/рік}$$

2. Прибуток – це частина виручки від реалізації продукції, яка залишилась на підприємстві після компенсації витрат на виробництво і реалізацію та інших обов’язкових платежів.

Середня ринкова 1шт каменю:

$$K = 12 \text{ грн/шт;}$$

Річний прибуток підприємства:

$$П = К - С$$

$$П = (13\,500\,000 \cdot 12) - 64829015 = 97170985 \text{ грн/рік}$$

Собівартість одиниці продукції становить 4,8 грн/од

Обсяг випуску продукту на перший рік становить 13 500 000 одиниць.

Очікуваний прибуток з одиниці продукції: 7,2 грн/шт..

Отже, за витратним методом прогнозована ціна продукту становитиме:

$$Ц = С + П = 4,8 + 7,2 = 12 \text{ грн/шт.}$$

Головна перевага даного методу – легкість розрахунків. Проте є недоліки. По-перше не береться до уваги чинник попиту на товар, а по-друге ціна, порашована за витратним методом практично завжди завищена.

Розглянемо *метод точки беззбитковості*. Це такий метод, при якому підприємець прагне встановити таку ціну, яка забезпечить йому бажану величину чистого прибутку. Це метод вивчення взаємозв'язку між витратами і доходами при різному рівні виробництва, і саме тому він надзвичайно корисний на стадії підготовки й аналізу майбутнього проекту, а також на стадії його реалізації. Рівень беззбитковості по прибутку досягається при такому обсязі реалізації, виручки від якого досить для покриття всіх операційних витрат, включаючи амортизацію; рівень беззбитковості по грошовому потоці може бути отриманий, якщо замінити суму зносу основних активів на суму, необхідну для погашення заборгованості.

$$П = Ц - С;$$

$$Ц = С, \text{ звідси } П = 0.$$

Випуск продукції за рік становить 13 500 000 одиниць.

Знайдемо ціну, за якою необхідно продавати продукцію, щоб вийти на точку беззбитковості.

$$П = Ц_{од} \cdot B - (A + ФОП + ОбФ)$$

Нехай $C = x$, тоді:

$$x \cdot 13\,500\,000 - (646872 + 50089928 + 14063200) = 0$$

$$x = 4,8 \text{ грн/шт.}$$

Конкурентний метод

Полягає у встановленні ціни на продукт через аналіз і порівняння цін на аналогічний товар у конкурентів. Тобто, ціна на продукт має відповідати існуючому рівню цін на ринку аналогічних товарів.

Ціна конкурентного аналогу – 13 грн.шт.

Відповідно, ціна нашого стартап проекту за конкурентним методом має становити:

$$C_{к.м.} \approx \text{не більше } 12 \text{ грн.шт}$$

Баловий метод

Таблиця 5.12 Бальна оцінка кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукція	СБК	ЗБК
Ціна	0,2	5	4	4
Теплоізоляція	0,17	5	3	3
Легкість монтажу	0,2	5	4	3
Довговічність	0,2	4	5	3
Екологічність	0,23	5	5	5

Таблиця 5.13 – Бальна оцінка характеристик продукції

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукція	«СБК»	«ЗБК»
Ціна	1	0,8	0,8
Теплоізоляція	0,85	0,51	0,51
Легкість мон-тажу	1	0,8	0,6
Довговічність	0,8	1	0,6
Екологічність	1,15	1,15	1,15
Сумма	4,8	4,26	3,66

Розраховуємо ціну нашого каменю в порівнянні з «ЗБК».

Ціна одиниці продукту 13 грн.

Ціна одного балу складає:

$$P_{16} = \frac{13}{3,66} \quad P_{16} = 3,56$$

Тоді ціна нашого виробу:

$$Ц = 3,56 \cdot 4,8 = 17,08 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.14 Вартість основних засобів виробництва

№ з/п	Стаття основних засобів підприємства	Кількість, од.	Вартість, грн.	Термін експлуатації, рік	Амортизація, грн.	Норма-ії
Будівля	Приміщення	1	2 000 000	30	66 667	0,033
1	Бункер для запасів сировини	3	8 000	5	4 800	0,6
2	Ящиківий живильник	2	5 000	2	5000	1,5
3	Ваговий стрічковий дозатор	6	2 000	1	2000	6
4	Змішувач	6	20 000	13	10 769	0,46
5	Вальці	1	28000	20	1400	5
6	Сушарка	1	800 000	15	53 333	0,067
7	Каменевидаляючі вальці	4	12 000	6	8 000	0,67
8	Прес	1	1 100 000	19	57 895	0,053
9	Поточно-конвеєрна лінія	1	2 000 000	20	100 000	0,05
10	Сушарка	1	800 000	15	53 333	0,067
11	Автомат різки	1	17 000	20	8500	5
12	Піч	1	7 000 000	25	280 000	0,04
13	Пакувальне та сортувальне обладнання	1	20 000	10	2 000	0,1
14	Принтер	1	1500	15	1500	50
15	Чайник	1	200	5	200	50
Транспортні засоби			35 000	8	4 375	0,125
Виробничий і господарський інвентар			1 500	0,5	1500	2
Нематеріальні активи			25 000	5	5 000	0,2
Σ			14063200		646872	

Таблиця 5.15 Заробітна плата робітників підприємства

Посада	Кільк.	З/п на 1 прац., грн	Нарах. на прац., грн	Всього з нарах., грн./міс.
Генеральний директор	1	40 000	8800	48 800
Секретар	1	8 000	1760	9 760
Головний бухгалтер	1	10 000	2200	12 200
Касир	1	8 000	1760	9 760
Начальник лабораторії	1	11 000	2420	13 420
Головний технолог	1	15 000	3300	18 300
Технолог	4	10 000	2200	48800
Лаборант	2	5 500	1210	13420
Начальник ділянки	1	15 000	3300	18 300
Головний інженер	1	10 500	2310	12 810
Механік	1	7 000	1540	8 540
Апаратник для обслуговування технологічного процесу	4	7 000	1540	34160
Оператор МЗВ	4	6 500	1430	31720
Слюсар	1	6 000	1320	7 320
Електрик	1	5 500	1210	6 710
Апаратник фасувальної/завантажувальної машини	8	7 000	1540	68320
Прибиральниця	2	4 500	990	10980
Начальник складу	1	6 000	1320	7 320
Вантажник	2	5 500	1210	13420
Разом	38	188 000	41360	394 060
Разом, 12 міс		2256000	496320	4728720

Основні інвестиції діляться на дві групи:

✓ Інвестиційні фонди

Приватні інвестиційні фонди є організаціями, що спеціалізуються на вкладенні залучених від вкладників активів в перспективні проекти, що приносять дохід в середньостроковій і довгостроковій перспективі. Венчурні фонди концентруються на підтримці країн, що розвиваються інноваційних стартапів. Такі інвестиції відрізняються високим ступенем ризику. Однак перш ніж прийняти рішення про вкладення коштів, інвестор оцінює представлений підприємцем проект з точки зору ймовірності успішності реалізації. З метою хеджування ризиків кошти виділяються відразу на ряд проектів з різних сфер. Одним із завдань венчурних інвестфондів є набуття контролю над діяльністю інноваційних стартапів. Найбільшими організаціями, що здійснюють фінансування стартапів по всьому світу, є IMI.VC, Runa Capital, Kite Ventures, ru-Net Ventures, ABRT Venture Fund і ін.

✓ Бізнес-ангели

Бізнес-ангели є приватними інвесторами. Фінансування стартапів для них - те ж саме, що і для інвестфондів - можливість вигідно розмістити власні активи для отримання прибутку в майбутньому. Але ймовірність отримати кошти з подібного джерела значно вище. Часто бізнес-ангели недостатньо компетентні, щоб об'єктивно оцінити ризик від вкладень. Ідея підприємця може справити належне емоційне враження, і отримання фінансування для стартапу забезпечено.

Бізнес-ангели менш вимогливі до швидкої віддачі від вироблених вкладень в порівнянні з формальними інвестиційними фондами і комерційними банками. Перші націлені на довгострокові вкладення, тому ставляться з розумінням до тимчасових труднощів на початкових етапах. Бізнес-ангели зацікавлені в поступовій віддачі від своїх вкладень і розпоряджаються тільки власними коштами.

Таблиця 5.16 – Карта бізнес-процесів виконання стартап проекту

Бюджет складає 78245343 грн.

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат
Розробка ідеї стартапу(10% - 170 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Розробка ідеї; ➤ Аналіз ринку; ➤ Формування команди; ➤ Перевірка потреб споживача; ➤ Розробка ТЗ ➤ Формування операційних допущень; ➤ Розробка бізнес-плану. 	Інформаційні, людські, засоби пошуку інформації (комп'ютер, підключений до інтернету), фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 48 год; ➤ 10 год; ➤ 160 год; ➤ 72 год; ➤ 480 год; ➤ 120 год; ➤ 120 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 50 тис; ➤ 10 тис; ➤ 50 тис; ➤ 20 тис; ➤ 40 тис; ➤ 100 тис; ➤ 80 тис.
Реалізація ідеї(10% - 170 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Створення ТОВ; ➤ Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду; ➤ Заключення договору про намір з банком; ➤ Заключення договору 	Людські, фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 год; ➤ 160 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 25 тис; ➤ 15 тис; ➤ 30 тис; ➤ 30 тис;

	➤ Заключення договору про намір з точкою збуту.		➤ 16 год.	➤ 30 тис.
Впровадження у виробництво(80 % 1 млн 360 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Запуск договорів; ➤ Виготовлення ➤ Контроль якості виробленої продукції. 	Фінансові, людські.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 40 год; ➤ 744 год; ➤ 48 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ - ➤ 1 млн 305 тис; ➤ 55 тис;
Масова реалізація	-	-	-	-
Закриття або продаж проекту (якщо передано)	Розвиток в інших напрямках	-	-	-

Визначено фактори і елементи бізнес-процесів методом системного аналізу (табл. 10).

Таблиця 5.17 – Системний аналіз бізнес-процесів стартапу

Функції	Елементи								
	Автор	Команда розробників	Банк	Юрист	Бухгалтер	Маркетолог	Виробник	Реалізатор	Споживач
Розробка ідеї	+								
Аналіз ринку	+					+			
Формування команди	+								
Перевірка потреб споживача	+	+				+			
Розробка ТЗ	+	+							
Формування операційних допущень	+	+			+	+			
Бізнес-план	+	+			+				
Створення ТОВ	+				+				
Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду	+	+		+					
Заклучення договору про намір з банком	+		+	+					
Заклучення договору про намір з виробником	+			+			+		
Заклучення договору про намір з точкою збуту	+			+				+	
Запуск договорів	+								
Виготовлення							+		
Контроль якості виробленої продукції		+					+		
Споживче тестування									+

Оцінка ризиків та страхування розробки

У даному розділі визначені найбільш імовірні ризики, які можуть виникнути при реалізації даного проекту.

Таблиця 5.18 – Оцінка ризиків

Ризики	Коефіцієнт впливу на дохід
1. Комерційні ризики: - конкуренти з нижчою ціною - відсутність інформації про підприємство - відсутність споживчого попиту на даний вид продукції - необхідність створення системи знижок - страхові витрати	0,75 0,85 0,99 0,25 0,45
2. Організаційні ризики: - складність із забезпеченням робочої групи кадрами необхідної кваліфікації - проблеми своєчасного постачання матеріально-технічних ресурсів - проблеми з організацією збутової мережі	0,50 0,95 0,95
3. Технічні ризики: - необхідність конструкторського доопрацювання елементів обладнання в процесі виробництва - необхідність доопрацювання в процесі виробництва технології виготовлення продукції	0,99 0,99
4. Фінансові ризики: - Інфляція - Ризик неплатоспроможності споживачів	0,98 0,25
5. Форс-мажори	0,3

З метою страхування або усунення зазначених ризиків пропонуються наступні заходи:

Таблиця 5.19 – Заходи для усунення ризиків

Група ризиків	Заходи щодо усунення або попередження
Комерційні	Впровадження знижок на продукцію для оптових покупців
	Створення більш вигідних умов для компаній-покупців у разі тривалої співпраці
	Забезпечення постійного моніторингу над оновленнями продукту
Організаційні	Заохочення кваліфікованих робітників гідною заробітною платою, умовами праці, гнучким графіком роботи та соціальним забезпеченням
	Контроль за всіма етапами виробництва
	Чітке дотримання режимів роботи устаткування
	Своєчасне забезпечення посередників продукцією підприємства
	Ретельний підхід до організації виробництва
Технічні	Придбання обладнання, яке максимально задовольняє потреби виробництва з урахуванням розширення підприємства
	Своєчасна заміна швидкозношуваних деталей обладнання
	Планові ремонти та профілактика обладнання
Фінансові	Закладання прогнозованого росту інфляції у фінансово-економічні розрахунки;
	Чітко прописані умови укладання кредитного договору
	Страхування майна
Форс-мажори	Створення фонду для покриття збитків у разі непередбачуваних ситуацій

ВИСНОВКИ

Аналіз стану виробництва підтвердив, що керамічний камінь є сучасний матеріал, який користується попитом завдяки тому що він легкий, економічний, простий у монтажі, і будівлі з нього не потребують додаткового утеплення.

Встановлено, економічно обґрунтований спосіб виробництва є пластичний метод формування.

Вивчення сучасних тенденцій в технології виготовлення керамічного каменю показало, що для підвищення теплоізоляційних властивостей доцільним є використання вигоряючих домішок.

Використання паливовміщуючих відходів в суміші з місцевими глинами дозволяє: корегувати фізико-механічні властивості формуємих мас; знизити чутливість сировини до сушки; покращити спікання суміші; підвищувати марочність виробів; збільшити їх морозостійкість; знизити середню щільність.

Інноваційною пропозицією є додавання до складу керамічної маси відходів піноскла, завдяки якому покращуються теплоізоляційні і ізоляційні властивості.

Наведена таблиця складу сировинних матеріалів. Представлена технологічна схема виробництва керамічного каменю з її описом.

Виконано розрахунок матеріального балансу виробництва і теплотехнічний розрахунок основного тепло-технологічного агрегату.

У розділі «Автоматизація» розроблена автоматизація технологічної лінії виробництва керамічного каменю.

У розділі «Охорона праці» представлена низка заходів щодо усунення шкідливих і небезпечних чинників, вибрано освітлення на місцях роботи виробничого персоналу, розроблені заходи по електробезпеці, усуненню

небезпеки рухомих механізмів, захист від виробничого шуму і вібрації, міри по пожежній безпеці.

У розділі «Стартап-проект» описано бізнес-ідею та проведено ряд розрахунків, які підтверджують актуальність, економічно вигідність розробки і реалізації ідеї введення в суміш піноскла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарченко П.В., Червяков Ю.М. / Проблемні питання науково-технічного розвитку промисловості будівельних матеріалів та шляхи енергозощадження у галузі // Строительные материалы и изделия. – 2010. – № 2. – с. 3 – 8. Табл. 1.
2. Величко Ю.М. Технологии производства стеновой керамики на основе топливосодержащих отходов / Ю.М. Величко, Л.Ю. Письменная, В.И. Михайлов – К.: Буд. матеріали. – 1998. – Збірник доповідей. с. 71 – 72.
3. Чистяков В.В., Гоц В.І., Латаєва Н.М., Новицький Є.Г. / Будівельна кераміка, модифікована відходами виробництва // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. – 2003. – № 18. – с. 77 – 79. Рис. 2. Библиограф.: 1 назв.
4. Величко Ю.М., Письменная Л.Ю., Михайлов В.И. / Производство теплоэффективных керамических стеновых изделий // Будівельні матеріали ХХІ-го століття: Комфорт житла та енергозбереження. – 1998. – с. 59 – 61.
5. Величко Ю.М., Михайлов В.И., Чернявская Л.П., Урсуляк Л.В. / Технология производства теплоэффективной стеновой керамики // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. – 2000. – № 15. – с. 19 – 22. Рис. 2. Библиограф.: 5 назв.
6. Швайка Д.И. Энергосберегающие технологии производства стеновой керамики [Текст] / Д.И. Швайка, А.Я. Виговская, О.Ф. Шкарлинский – К: «Будівельник», 1987. -118с. : ил., Библиогр.: с. 114-116. 2000 экз.
7. Ничипоренко С.П. Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики [Текст] / С.П. Ничипоренко – К.: Наук. думка, 1968. – 76с. : ил.; Библиогр. с. 74-75. 1000 экз.
8. Ничипоренко С.П. К теории обработки пластичных керамических масс [Текст] / С.П. Ничипоренко – Киев: Изд. Акад. архитектуры УССР, 1954. – 40с.: ил. 1000 экз.

9. Швайка Д.И., Руди Д.И., Варенцова Г.Н. Использование топливосодержащих отходов для производства керамических стеновых материалов [Текст] / Д.И. Швайка, Д.И. Руди, Г.Н. Варенцова - //Реф.информ./ВНИИЭСМ.– 1983.– Вып.2: Керам.пром-ть.-45с.

10. ДСТУ Б В.2.7-26-95 Сировина глиниста метод визначення чутливості глин до сушіння. Технічні умови. [Текст] – Чинний від 1996-01-01.

11. Петрова Г.П. Эффективная стеновая керамика из отходов углеобогащения / Г.П. Петрова – М.: Строительные материалы. – 1969. – №10.

12. Крупа А.А. Химическая технология керамических материалов / А.А. Крупа, В.С. Городов – К.: «Вища школа», 1990. – 399 с.: ил.: Библиограф.: с. 387 – 388. – 1000 экз. – ISBN 5–11–002318–2.

13. Величко Ю.М., Михайлов В.И., Чернявская Л.П., Урсуляк Л.В. / Технология производства теплоэффективной стеновой керамики // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. – 2000. – № 15. – с. 19 – 22.
Рис. 2. Библиограф.: 5 назв

14. Волкова Ф.Н. Общая технология керамических изделий / Ф.Н. Волкова – М.: Стройиздат, 1983. – 237 с.: ил.: Библиограф.: с. 235 – 236. – 1000 экз

Шлыков А.В. Некоторые вопросы теории и практики производства пористо-пустотелых керамических материалов при вводе топлива в шихту / А.В. Шлыков – М.: Стройиздат, 1957. – 248 с.: ил.: Библиограф.: с. 246 – 247. – 1000 экз.

15. Васильков С.Г., Шойхет Б.М. О механизме горения топлива при производстве аглопоритового гравия из золы ТЭС. – Строительные материалы, М., – 1977, №7.

17. Попов Л.Н. Исследования основных параметров спекания топливных шлаков и зол методом агломерации. – В кн.: Искусственные пористые заполнители для легких бетонов. М., 1954.

18. Васильков С.Г. Получение искусственных пористых заполнителей из глинистого сырья на агломерационных решетках. – В кн.: Легкие бетоны на пористых заполнителях. М., 1957.

19. Федорченко И.М. Основы порошковой металлургии [Текст] / И.М. Федорченко, Р.А. Андриевский - Киев: Изд. АН УССР, 1961.- 420 с.: ил.; Библиогр. с. 415-417. 1500 экз.

20. Науково-технічний збірник. «Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка» (2009 р., м Київ, Випуск 34)

Микула С.О. Екологічні аспекти використання відходів вуглезбагачення. / С.О. 21. Микула. // Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : збірник матеріалів I міжнародного конгресу, Львів, 28 – 29 червня 2009 р. – Л.: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – с. 137.

22. Яворський В.Т., Микула О.Я., Верховий А.І. Калимон Я.А. / Перетворення сполук сірки у нерозчинні речовини при виробництві будівельної цегли // Труды Одесского политехнического института. – 2001. – вып. 3(15), с. 300 – 302.

23. Матвеев Г.М., Краснова Г.А., Гербовицкая Н.Б. и др. // Промышленность строительных материалов. Сер. 4. – Промышленность керамических строительных материалов и пористых заполнителей. Научно-технический реферативный сборник. – М.: ВНИИЭСМ, 1982. – вып. 10. – 32 с.: ил.: 1770 экз.

24. Книгина Г.И. Лабораторные работы по технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, доп. [Текст] / Г.И. Книгина, Э.Н. Вершинина, Л.Н. Тацки - М.: Высшая школа, 1977. – 208 с. : ил., Библиогр.: с. 206-207. 800 экз.

25. Методическое пособие для работников лабораторий и ОТК кирпичных заводов по производству глиняного кирпича методом пластического формования [Текст].- Киев: «Будівельник», 1976.- 104 с.: ил.1500 экз.

26. ДСТУ Б В.2.7-42-97 Методивизначення водопоглинання, густини і морозостійкостівиробів. Технічніумови. [Текст]. – Чиннийвід 1997-07-01.

27. ДСТУ Б А.1.1-38-94 Будівельнівироби з пористоїкераміки. Технічніумови [Текст]. – Чиннийвід 1994-09-27.

28. Палейчук В.С., Величко Ю.М., Темиргалина А.Ф. Особенности сушки керамических масс для получения теплоэффективной строительной керамики. Збірник НАН України «Екотехнологія та ресурсозбереження». – Київ – 2007, вип. 4, – с. 57 – 63.

29. Рішення про видачу патенту на корисну модель «Склад керамічної маси для виготовлення пористо-пустотілих керамічних виробів» С04В 33/00 № u 2012 14161 від 2 березня 2013р.

30. ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: Введ. 01.12.1999. – К.: Затв. Постановою Головного державного санітарного лікаря України, 1999. – 10 с.: Чинний.

31. ДБН В.2.5–28–2006. Державні будівельні норми України. Природне і штучне освітлення: Введ. 15.05.2006. – К.: Затв. Наказом Мінбуду України, 2006. – 12 с.: Чинний від 01.10.2006.

32. ДСН 3.3.6.037–99. Державні санітарні норми. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: Введ. 01.12.1999. – К.: Затв. Постановою Головного державного санітарного лікаря України, 1999. – 24 с.: Чинний.

Специфікація на прилади і засоби автоматизації

№ позиції на схемі	Назва параметру	Місце монтажу	Найменування і характеристика	Тип моделі	Діапазон вимірювання	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7
1-1, 4-1, 5-1	Температура	В печі	Датчик термоелемента	ТХА - 0179	0 – 1000 °С	Приладобудівний завод, м. Луцьк
1-2 4-2 5-2	Температура	На щиті контролю	Перетворювач			
1-3 4-3 5-3	Температура	На щиті контролю	Електронний потенціометр з пневматичним регулюючим пристроєм	КСПЗ-1800	0-1000 °С	Завод «Мукачев-прибор» м. Мукачево
2-1 3-1	Витрата газу	У трубопроводі	Вимірювальний перетворювач	ДК 6-50	2.5 м ³ /год	М.Київ вул. Раскової,15 КСК Автоматизація
2-2 3-2	Витрата газу	По місцю	Розходомір вихровий, РК дисплей суматор витрати типу KROHNE	VF	2.5 м ³ /год	М.Київ вул. Раскової,15 КСК Автоматизація
2-3 3-3	Витрата газу	На щиті	Електронний прилад показуючий, реструючий, кольоровий дисплей	LOGO SRE EN-3	2.5 м ³ /год	М.Київ вул. Раскової,15 КСК Автоматизація
3-4	Витрата	На щиті	Регулятор співвідношенн	TRON	2.5	М.Київ вул.

	газу		я витрат	22	м ³ /год	Раскової,15 КСК Автоматизація
1	2	3	4	5	6	7
3-5 4-5 5-5	Витрата газу	У трубо- проводі	Регулюючий клапан	МИК- 25	2.5 м ³ /год	М.Київ вул. Раскової,15 КСК Автоматизація
4-4 5-4	Темпера- тура	На щиті	Регулятор	TRON 22	0-1000 °C	М.Київ вул. Раскової,15 КСК Автоматизація
6-1 6-2 7-1 7-2 8-1 8-2	Тиск середовища печі	На щиті контролю	Електронний прилад показуючий, реструючий, кольоровий дисплей 3 дискретним вихідним сигналом	LOGO SRE EN-3	100 кгс/см ²	ЗАТ «Манометр » м. Харків
6-3 8-3	Тиск середовища печі	На щиті	Електронний пропорційно- інтегральний регулятор типу JUMO.	LOGO SRE EN-3	-	АТ «Орлекс» р. Орел
6-4 8-4	Тиск середовища печі	У трубо- проводі	Регулюючий клапан шаровий 3 електро- приводом вхідний сигнал 4-20 mA	МИК- 25	-	М.Київ вул. Раскової,15 КСК Автоматизація
9-1	Датчик	В печі	Датчик полум'я	ДП		м. Івано- Франківськ, вул.Автоліт- машевська
9-2	Датчик	На щиті	Захисний пристрій	ЗУЗ		м. Івано- Франківськ, вул.Автоліт- машевська

Відхилення якості готових виробів

Найменування показників	Значення відхилень для виробів пластичного формування та напівсухого пресування
1. Відхилення від розмірів, мм, не більше: -по довжині -по ширині -по товщині для цегли -по товщині для каменю	± 5 ± 4 ± 3 ± 4
2. Відхилення від прямолінійності ребер і площинності граней, мм, не більше: -по постелі -по ложку -по тичку	3 4 Не нормується
3. Неперпендикулярність граней і ребер, віднесена до довжини 120 мм, не більше:	Не нормується
4. Відбитості кутів глибиною від 10 до 15 мм, мм, не більше	2
5. Відбитості кутів та притупленості ребер глибиною не більше 10 мм і довжиною 10 ÷ 15 мм, мм, не більше	2

<p>6. Тріщини шириною не більше 0.5 мм, довжиною до 30 мм по постелі повнотілої цегли й пустотілих виробів не більш ніж до першого ряду порожнин (глибиною на всю товщину цегли або на половину товщини тичкової або ложкової грані каменів), шт, не більше :</p> <p>- по ложку</p> <p>- по тичку</p>	<p>1</p> <p>1</p>
<p>7. Окремі посічки шириною не більше 0.5 і довжиною до 40мм на 1дм² лицьової поверхні, шт, не більше</p>	<p>Не нормується</p>

Продовження таблиці 1.4

Класифікація готових виробів по міцності

Марка виробу	Межа міцності							
	На стиск для всіх видів виробів		На згин для					
			Повнотілої цегли пластичного формування		Цегли н/с пресування та порожнистої цегли		Потовщеної цегли	
	Середній для 5 зразків	Найменування для окремого зразка	Середній для 5 зразків	Найменування для окремого зразка	Середній для 5 зразків	Найменування для окремого зразка	Середній для 5 зразків	Найменування для окремого зразка
150	15.0(150)	12.5(125)	2.8(28)	1.4(14)	2.1(21)	1.0(10)	1.8(18)	0.9(9)
125	12.5(125)	10.0(100)	2.5(25)	1.2(12)	1.9(19)	0.9(9)	1.6(16)	0.8(8)
100	10.0(100)	7.5(75)	2.2(22)	1.1(11)	1.6(16)	0.8(8)	1.4(14)	0.7(7)
75*	7.5(75)	5.0(50)	1.8(18)	0.9(9)	1.4(14)	0.7(7)	1.2(12)	0.6(6)

Примітка: межа міцності порожнистих виробів на стиск визначають за фактичною площею без відрахування

*лише для рядових виробів.